

IMPLEMENTASI SISTEM ALARM DAN MONITORING KELEMBABAN TANAH DAN SUHU TERHADAP TANAMAN CABAI BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Nadia Khairunisa¹⁾, Ir. Hastha Sunardi, M.T.²⁾, Fery Antony, S.T., M.Kom.³⁾

Program Studi Sistem Komputer UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
Jl. Jend Sudirman No. 629, Palembang 30129, Sumatera Selatan
Email: 2019310068@students.uigm.ac.id¹⁾, hastha.ok@gmail.com²⁾, feryantony@uigm.ac.id³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini fokus pada penerapan sistem alarm dan pemantauan kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai menggunakan *Internet of Things* (IoT) dan logika fuzzy. Tujuannya untuk membantu pengguna memantau dan mengelola kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai. Sensor kelembaban dan suhu tanah digunakan untuk mengukur kondisi di sekitar tanaman cabai. Data tersebut dikirim ke perangkat mikrokontroler yang terhubung ke jaringan Internet. Data tersebut kemudian dikirim melalui komunikasi nirkabel ke server sebagai pusat pemrosesan dan pemantauan. Metode logika fuzzy digunakan untuk menganalisis variabel masukan seperti kelembaban dan suhu tanah, menggunakan aturan fuzzy untuk menentukan tingkat berbagai kondisi. Sistem ini menghasilkan *output* alarm dan tampilan monitor yang memberikan informasi visual. Sistem alarm memperingatkan ketika kelembaban atau suhu tanah berada di luar batas yang ditentukan, sehingga tindakan yang diperlukan dapat diambil, seperti: B. memberikan tambahan air atau melindungi tanaman dari suhu ekstrim. Layar monitor memberikan visualisasi kelembaban dan suhu tanah secara real-time, memungkinkan pengguna melihat grafik dan data historis untuk memantau perkembangan tanaman cabai secara keseluruhan. Informasi ini akan membantu mengambil keputusan yang lebih baik terkait pengelolaan tanaman cabai. Penerapan sistem ini memberikan manfaat yang signifikan bagi pengguna dan meningkatkan efisiensi dalam pemantauan dan pengelolaan lingkungan tumbuh tanaman cabai. Penelitian ini juga membuka peluang untuk mengembangkan sistem serupa untuk jenis aset lainnya, serta meningkatkan kinerja dan akurasi melalui pengembangan logika fuzzy yang lebih canggih.

Kata Kunci : Sistem Alarm, monitoring, kelembaban tanah, suhu, tanaman cabai, Internet of Things (IoT), logika Fuzzy.

ABSTRACT

This research focuses on implementing an alarm system and monitoring soil humidity and temperature in chili plants using the Internet of Things (IoT) and fuzzy logic. The aim is to help users monitor and manage environmental conditions that influence the growth of chili plants. Soil humidity and temperature sensors are used to measure conditions around chili plants. The data is sent to a microcontroller device connected to the Internet network. The data is then sent via wireless communication to a server as a processing and monitoring center. Fuzzy logic methods are used to analyze input variables such as soil moisture and temperature, using fuzzy rules to determine the levels of various conditions. This system produces alarm outputs and monitor displays that provide visual information. The alarm system warns when soil moisture or temperature is outside specified limits, so that necessary actions can be taken, such as: B. providing additional water or protecting plants from extreme temperatures. The monitor screen provides real-time visualization of soil moisture and temperature, allowing users to view graphs and historical data to monitor overall chili plant development. This information will help make better decisions regarding chili plant management. Implementation of this system provides significant benefits for users and increases efficiency in monitoring and managing the growing environment for chili plants. This research also opens up opportunities to develop similar systems for other types of assets, as well as improve performance and accuracy through the development of more sophisticated fuzzy logic.

Keywords : Alarm system, monitoring, soil moisture, temperature, chili plants, Internet of Things (IoT), Fuzzy logic.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu teknologi yang berkembang di era Revolusi Industri 4.0. Prinsip kerja dari teknologi ini adalah dengan memanfaatkan Internet sebagai media komunikasi pertukaran data dan sebagai penghubung antara pengguna dengan nilai data suatu alat pengukur. Untuk mengakses nilai data dari alat ukur biasanya diperlukan perangkat tambahan seperti sensor yang dapat membacakan nilai terukur baik dalam bentuk data analog maupun digital. Untuk memproses data dan mengirimkannya ke Internet, diperlukan sistem minimum [1].

Pekerjaan yang padat dan jarak yang jauh antara tanaman dengan masyarakat menjadi tantangan tersendiri bagi para pelaku perawatan tanaman karena sulitnya mengatur waktu dengan baik. Perawatan tanaman yang berhasil memerlukan perawatan yang konsisten agar tanaman dapat tumbuh secara maksimal. Penyiraman tanaman secara teratur sangat penting untuk menjaga kesuburan tanah dan memastikan tanaman mendapatkan mineral yang dibutuhkannya. Namun saat ini masih banyak masyarakat yang belum menyadari potensi teknologi modern yang dapat mempermudah aktivitas sehari-hari, terutama teknologi yang praktis dan efisien seperti penggunaan IoT [2].

Perawatan tanaman mawar secara umum meliputi penyiraman dan pemupukan. Namun jika perawatan ini tidak dilakukan secara rutin maka tanaman mawar bisa layu. Hal ini disebabkan oleh kurangnya penyiraman secara teratur sehingga menyebabkan penurunan kadar air pada tanaman mawar. Tujuan dari alat penyiraman tanaman otomatis ini adalah untuk menjaga kadar air pada tanaman mawar. Pada penelitian ini logika fuzzy digunakan untuk mengklasifikasikan kelembaban tanah, suhu dan hasil pengairan pada tanaman mawar. Komponen yang digunakan antara lain Soil Moisture untuk mengukur kelembaban tanah, DHT untuk mengukur suhu lingkungan, ESP32 sebagai mikrokontroler dan motor pompa untuk irigasi. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan aplikasi Blynk yang diinstal pada smartphone untuk memantau tingkat kelembaban tanah, tingkat suhu dan menerima notifikasi irigasi. Hasil pengairan dibagi menjadi beberapa kategori yaitu tinggi, sedang, sedikit dan tidak ada pengairan. Penelitian ini berhasil mengembangkan suatu alat yang dapat menyiram tanaman mawar secara otomatis berdasarkan sensor suhu dan kelembaban dengan memberikan notifikasi melalui smartphone [3].

Dukungan yang semakin luas terhadap pengembangan metode pertanian cerdas didorong oleh teknologi rumah kaca yang dapat mengendalikan kondisi iklim untuk pertanian. Tanaman yang sebelumnya tidak cocok dibudidayakan di Indonesia bisa saja ditanam di

rumah kaca. Oleh karena itu, dikembangkan sistem “Desain Rumah Kaca Cerdas Berbasis IoT” yang berbasis teknologi pertanian. Smart Greenhouse Monitoring System telah berhasil diterapkan dengan mengumpulkan data kondisi suhu, pH tanah, kelembaban dan kelembaban tanah kemudian mengirimkannya ke server untuk ditampilkan kepada pengguna sistem [4].

Kelembaban tanah dan suhu udara merupakan faktor yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap kegiatan pertanian. Fluktuasi alami yang konstan menyebabkan ketidakstabilan kelembaban dan suhu tanah. Tujuan dari alat ini adalah untuk memantau dan mengendalikan kondisi kelembaban dan suhu tanah untuk mencapai kestabilan pada tingkat tertentu. Sistem monitoring dan pengendalian pada alat ini menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) dan sistem kendali on-off. Alat ini dilengkapi dengan beberapa sensor dan aktuator antara lain sensor kelembaban tanah, sensor suhu, solenoid valve, motor pompa air, heater dan kipas angin. Sensor ini mengirimkan sinyal ke *Remote Terminal Unit* (RTU), yang kemudian menampilkan sinyal tersebut pada antarmuka manusia-mesin (HMI) [5].

Penggunaan logika fuzzy pada sistem kendali membantu mengurangi konsumsi energi dalam pemeliharaan pembangkit dan mengurangi pemborosan sumber daya air. Sistem kendali ini menggunakan logika fuzzy sebagai alat pendukung keputusan yang efektif. Logika fuzzy merupakan pengembangan dari logika Boolean yang berkaitan dengan konsep nilai kebenaran. Logika fuzzy mempunyai kondisi antara 0 dan 1, artinya tidak terbatas pada logika 0 atau 1. Istilah “logika fuzzy” atau “logika fuzzy” mengacu pada kondisi di mana nilainya terletak antara 0 dan 1. Dengan menggunakan konsep matematika yang mendasari argumen fuzzy, logika fuzzy mudah dipahami dan tidak memerlukan banyak waktu untuk mempelajarinya. Logika fuzzy mampu menunjukkan sejauh mana suatu nilai bisa salah atau benar. Logika fuzzy handal dalam memetakan ruang masukan ke ruang keluaran [6].

Penggunaan metode penelitian logika fuzzy berguna untuk menganalisis proses pengukuran kelembaban tanah dan sensor DHT11 pada irigasi tanaman cabai, sehingga dapat mengetahui kinerja kelembaban dan suhu tanah pada irigasi otomatis tanaman cabai. Penambahan sensor buzzer pada penelitian ini berguna untuk memicu peringatan atau alarm ketika tanah kering. Dari penjelasan di atas maka judul penelitian ini adalah “Implementasi Sistem Monitoring dan Alarm Kelembaban dan Suhu Tanah Berbasis IoT pada Tanaman Cabai Menggunakan Logika Fuzzy”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan konteks di atas, rumusan masalah dalam penulisan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Pengukuran efektivitas menggunakan metode logika fuzzy untuk meningkatkan akurasi dan daya tanggap sistem alarm serta pemantauan kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai.
2. Mengintegrasikan metode logika fuzzy ke dalam sistem alarm untuk memberikan peringatan dini ketika kondisi kelembaban dan suhu tanah tidak memenuhi ambang batas yang ditetapkan.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

A. Adapun tujuan penelitian dari peneliti yaitu:

1. Mengevaluasi kinerja dan efektivitas sistem alarm dan pemantauan berbasis IoT menggunakan metode logika fuzzy.
2. Dengan mengintegrasikan metode logika fuzzy, sistem alarm menjadi tepat.
3. Gunakan metode logika fuzzy untuk menginterpretasikan data kelembaban dan suhu tanah serta membuat keputusan yang tepat

B. Adapun manfaat penelitian dari peneliti yaitu:

1. Dengan sistem alarm dan pemantauan yang efektif, Anda dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kurang optimal.
2. Dengan sistem alarm dan pemantauan terintegrasi berdasarkan metode logika fuzzy, petani dapat mengontrol kelembaban tanah dan suhu tanaman cabai secara efisien.
3. Dengan pengendalian kelembaban dan suhu tanah yang lebih baik, tanaman cabai dapat tumbuh optimal dan menghasilkan buah yang berkualitas.

2. PEMBAHASAN

2.1 Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah banyaknya air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas permukaan air tanah (*water table*). Definisi lain menyatakan bahwa kelembaban tanah adalah air yang tersimpan secara dinamis di antara pori-pori tanah dan dipengaruhi oleh penguapan di seluruh permukaan tanah. Kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan karena tanah yang terlalu basah menyulitkan pelaksanaan kegiatan pertanian atau kehutanan dengan peralatan mekanis [7].

2.2 Suhu

Suhu merupakan suatu ukuran yang menunjukkan derajat panas atau dinginnya suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Dahulu, orang cenderung

menggunakan indera peraba untuk mengukur suhu dalam kehidupan sehari-hari. Namun, seiring kemajuan teknologi, termometer telah dikembangkan sebagai instrumen yang lebih andal untuk mengukur suhu [8].

2.3 Kelembaban Tanah dan Suhu terhadap Tanaman Cabai

Petani cabai harus berusaha merawat tanamannya agar menghasilkan cabai yang berkualitas. Sayangnya, penyiraman tanaman tersebut seringkali memakan waktu lama, hampir setengah hari, karena dilakukan secara manual. Namun dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih, telah diperkenalkan sistem penyiraman tanaman cabai otomatis yang dapat dipantau melalui website. Pada sistem ini terdapat dua sensor utama yaitu sensor kelembaban tanah dan sensor suhu udara yang digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan pada tanaman cabai. Data dari kedua sensor ini kemudian digunakan dengan metode fuzzy untuk menghitung durasi penyiraman yang tepat sesuai kebutuhan tanaman cabai. Oleh karena itu, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu dan memberikan hasil yang lebih baik dalam budidaya cabai [9].

2.4 Internet Of Things

IoT merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan internet sebagai sarana komunikasi antar perangkat dan sistem kendali berbasis komputer. Teknologi ini memungkinkan Anda mengontrol perangkat elektronik dan membaca sensor yang terhubung ke jaringan Internet. Sistem ini dapat dioperasikan secara manual oleh manusia atau secara otomatis dengan menggunakan program dan parameter yang telah ditentukan. Informasi yang diperoleh dari perangkat tersebut kemudian dikumpulkan dan disimpan di server dan kemudian ditampilkan sebagai data yang berguna bagi pengguna [10].

2.5 Sistem

Menurut para ahli, pengertian sistem dapat dijelaskan sebagai berikut: Menurut Ludwig von Bertalanffy, sistem adalah sekelompok elemen yang saling berhubungan melalui hubungan antara elemen tersebut dengan lingkungan. Anatol Rapoport mendefinisikan sistem sebagai kumpulan entitas yang saling berhubungan dan mempunyai hubungan satu sama lain. Sedangkan menurut L. Ackoff, sistem adalah suatu unit konseptual atau fisik yang terdiri dari bagian-bagian yang saling bergantung [11].

2.6 Monitoring

Pemantauan adalah penilaian berkelanjutan terhadap fungsi kegiatan proyek dalam konteks rencana pelaksanaan dan penggunaan masukan proyek oleh kelompok sasaran sesuai dengan

harapan desain. Pemantauan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memastikan tercapainya seluruh tujuan organisasi dan manajemen. Pengertian pemantauan juga mencakup proses evaluasi untuk memeriksa kesesuaian pelaksanaan kegiatan dengan rencana, mengidentifikasi permasalahan yang timbul agar dapat segera diselesaikan, mengevaluasi apakah cara kerja dan pengelolaan yang digunakan sudah sesuai untuk mencapai tujuan, dan untuk menghubungkan hubungan antara kegiatan dan tujuan untuk mengukur kemajuan yang dicapai [12].

2.7 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan elemen penting dalam pengembangan soft computing. Prof Lotfi A. Zadeh dianggap sebagai orang yang pertama kali memperkenalkan logika fuzzy pada tahun 1965. Dasar dari logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy [12], yang menggunakan derajat keanggotaan untuk menentukan keberadaan suatu elemen dalam suatu himpunan. Konsep nilai keanggotaan atau derajat dan fungsi keanggotaan merupakan ciri utama pemikiran logika fuzzy [13].

Fuzzifikasi adalah langkah pertama dalam metode logika fuzzy, yang melibatkan perubahan nilai numerik yang jelas menjadi himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan. Dalam perancangan sistem ini terdapat dua input yaitu kelembaban tanah (dalam persen) dan suhu udara (dalam derajat Celcius) [14].

Aturan fuzzy disusun berdasarkan kondisi yang diinginkan. Nilai kebahasaan untuk memasukkan kelembaban tanah ada tiga, yaitu kering, lembab dan basah. Sedangkan input suhu mempunyai 3 nilai kebahasaan yaitu dingin, normal dan panas. Oleh karena itu, terbentuk total 9 aturan fuzzy. Aturan fuzzy ini dinyatakan dengan menggunakan fungsi IF-THEN [15].

Defuzzifikasi merupakan tahap akhir dalam desain logika fuzzy. Tujuan dari tahap ini adalah mengubah keluaran yang berupa himpunan fuzzy menjadi bilangan-bilangan pada domain himpunan fuzzy. Klaim ini didasarkan pada aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya [16].

Mesin inferensi adalah proses yang dirancang untuk menerapkan implikasi ketika menggabungkan nilai masukan untuk menentukan nilai keluaran sebagai bagian dari pengambilan keputusan. Metode yang sering digunakan dalam proses penalaran adalah metode Maxmin. Metode penalaran Maxmin pada mesin inferensi fuzzy mengacu pada prinsip meminimalkan nilai dari himpunan fuzzy ketika menghubungkan aturan fuzzy. Oleh karena itu, metode ini mengutamakan nilai yang paling rendah untuk memperoleh hasil penalaran yang lebih konservatif [17].

2.8 Soil Moisture

Sensor kelembaban, disebut juga sensor kelembaban, adalah alat pendeteksi kelembaban yang digunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah. Sensor ini memiliki struktur yang sederhana, namun sangat cocok untuk memantau kondisi tanaman di taman kota atau mengukur kelembaban tanah dalam aktivitas pertanian. Sensor kelembaban ini memberikan informasi penting tentang kadar air tanah, memungkinkan pengguna mengambil tindakan yang tepat untuk mengatur irigasi atau menyediakan jumlah air yang cukup untuk tanaman [18].

2.9 DHT 11

DHT-11 merupakan chip sensor tunggal yang dapat mengukur kelembaban relatif dan suhu secara bersamaan. Modul ini menghasilkan keluaran digital setelah melalui proses kalibrasi. Data suhu yang dihasilkan mempunyai resolusi 14 bit, sedangkan data kelembaban mempunyai resolusi 12 bit. Keluaran dari sensor DHT-11 berupa sinyal digital, sehingga untuk mengakses data ini memerlukan pemrograman dan tidak memerlukan pengkondisi sinyal atau ADC. Ada berbagai varian sensor DHT, salah satunya adalah DHT22 (AM2302) [19].

2.10 Arduino IDE

Untuk mengembangkan program pada board Arduino diperlukan perangkat lunak Arduino *Integrated Development Environment* (IDE). IDE ini merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis program, menyusun program menjadi kode biner, dan mengunggah program ke memori mikrokontroler. Perangkat lunak ini tersedia untuk diunduh gratis dan kompatibel dengan sistem operasi Windows, Mac OS X dan Linux [20].

2.11 Blynk

Blynk adalah platform aplikasi sistem operasi seluler (iOS dan Android) yang dirancang untuk mengontrol Arduino, ESP8266, Raspberry Pi dan modul serupa melalui koneksi Internet. Aplikasi ini sangat mudah digunakan dan dapat diatur dalam waktu kurang dari 5 menit. Blynk tidak terbatas pada papan atau jenis modul tertentu. Platform ini memungkinkan kendali jarak jauh terhadap aplikasi apa pun, kapan pun dan di mana pun kita berada, asalkan tetap terhubung secara stabil ke Internet, yang dikenal sebagai IoT. Software ini digunakan untuk menghubungkan smartphone dengan server Blynk sehingga dapat mengakses mikrokontroler yang digunakan. Aplikasi Blynk adalah antarmuka baru untuk memantau proyek di perangkat Android [21].

2.12 LCD 16x2

LCD 16x2 merupakan perangkat yang berperan dalam menampilkan karakter pada layar kristal dengan ukuran 16x2 karakter. LCD ini terdiri dari 16 pin yang masing-masing pin mempunyai

fungsi tertentu. LCD 16x2 dapat digunakan dengan catu daya +5 volt dan +3 volt. LCD 16x2 sangat populer dan banyak digunakan di berbagai proyek elektronik. Dengan kemampuannya menampilkan teks dan ikon, LCD 16x2 sangat berguna untuk menciptakan antarmuka pengguna yang informatif. Penggunaan tegangan suplai +5 volt dan +3 volt memberikan fleksibilitas dalam penerapan LCD 16x2 di berbagai sistem elektronik [22].

2.13 Kabel Jumper

Kabel jumper mengacu pada kabel listrik yang digunakan untuk menyambungkan komponen pada papan tempat memotong roti tanpa perlu menyolder. Kabel jumper biasanya memiliki konektor atau pin di kedua ujungnya. Konektor yang digunakan untuk memasukkan kabel disebut konektor male sedangkan konektor yang digunakan untuk memasukkan kabel disebut konektor betina. Kabel jumper memudahkan pembuatan sirkuit prototipe karena dapat dengan mudah dipasang dan dilepas serta menyediakan koneksi yang fleksibel antar komponen pada papan tempat memotong roti [23].

2.14 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan chip terintegrasi yang dirancang khusus untuk menghubungkan mikrokontroler ke jaringan Internet melalui WiFi. Chip ini memberikan solusi lengkap dan mandiri untuk konektivitas Wi-Fi, memungkinkannya bertindak sebagai host atau sebagai klien Wi-Fi. ESP8266 memiliki kemampuan pemrosesan dan penyimpanan internal yang kuat, memungkinkan integrasi dengan sensor dan aplikasi perangkat khusus lainnya melalui GPIO dengan pengembangan yang mudah dan waktu muat minimal. Integrasi tingkat tinggi meminimalkan kebutuhan sirkuit eksternal, termasuk modul front-end, dan dirancang untuk memanfaatkan ruang PCB secara optimal [24].

2.15 Real Time Clock (RTC)

RTC adalah sirkuit terpadu (IC) yang menyediakan dan menyimpan informasi waktu (detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun) untuk digunakan dalam sistem yang memerlukan waktu akurat dalam kehidupan nyata. RTC adalah sirkuit terpadu yang menyediakan dan menyimpan informasi sistem waktu yang akurat termasuk detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun. Seri ini dirancang khusus untuk digunakan pada sistem yang memerlukan referensi waktu tepat dan akurat dalam kehidupan sehari-hari, seperti Aplikasi penunjuk waktu, rencana aktivitas, pengaturan waktu otomatis dan masih banyak lagi [25].

2.16 Alarm

Alarm merupakan nada peringatan atau pemberitahuan yang terjadi pada saat transmisi sinyal komunikasi data menurun atau gagal, pada

saat peralatan mengalami kerusakan atau pada saat kinerjanya menurun. Tujuan dari peringatan ini adalah untuk memperingatkan operator atau administrator mengenai masalah atau bahaya dalam jaringan. Alarm dapat berupa sinyal, suara, atau lampu yang menandakan situasi berbahaya [26].

2.17 Buzzer

Buzzer merupakan salah satu komponen elektronik yang dapat menghasilkan suara. Ketika tegangan diberikan ke input, bel menghasilkan nada sesuai dengan karakteristik alarm yang digunakan. Buzzer berfungsi sebagai pengubah energi listrik menjadi energi suara [27].

2.18 Pompa Air

Pompa air adalah suatu alat yang mengalihkan air dari daerah bertekanan rendah ke daerah bertekanan tinggi. Pada dasarnya pompa air umumnya menggunakan motor DC, namun dirancang khusus untuk digunakan di lingkungan perairan. Pompa air tersedia dalam berbagai jenis dan ukuran untuk disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi yang berbeda. Berbagai jenis pompa air antara lain pompa submersible yang dapat digunakan di dalam air, pompa sentrifugal yang efisien untuk memompa air dalam skala besar, dan pompa jet yang cocok untuk memompa air dari sumur dangkal. Keberadaan pompa air memegang peranan penting dalam industri, pertanian, rumah tangga dan berbagai sektor lainnya yang memerlukan pemompaan air yang efektif [28].

2.19 Breadboard

Breadboard adalah papan sirkuit yang memudahkan perakitan prototipe elektronik tanpa harus menyolder komponennya. Penggunaan breadboard memungkinkan komponen elektronik mudah dipasang dan dilepas sehingga dapat digunakan kembali untuk keperluan lain. Breadboard biasanya terbuat dari plastik dan memiliki serangkaian lubang di permukaannya yang digunakan untuk memasang komponen [29].

2.20 Relay

Relay adalah komponen elektromagnetik yang beroperasi pada arus rendah dan tegangan rendah untuk mengontrol sakelar hidup/mati. Relay dapat menyalurkan arus pada tegangan yang lebih tinggi. Relai bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana medan magnet yang diciptakan oleh arus rendah bekerja pada kontak *switching*, memungkinkan arus tegangan tinggi mengalir untuk membuka atau menutup tergantung pada kondisi yang diinginkan. Hal ini menjadikan relai sebagai komponen penting dalam sistem kendali dan otomasi, memungkinkan perangkat listrik yang memerlukan tegangan tinggi dikendalikan melalui sinyal yang lebih rendah [30].

2.21 Adaptor

Adaptor adalah suatu alat elektronik yang fungsinya untuk mengubah arah aliran arus listrik, baik dari arus bolak-balik (alternating current) menjadi arus searah (direct current) atau sebaliknya. Selain itu adaptor juga dapat mengatur tegangan listrik baik dengan menaikkan atau menurunkan tegangan tergantung kebutuhan perangkat yang membutuhkan daya [31].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Kerja Penelitian

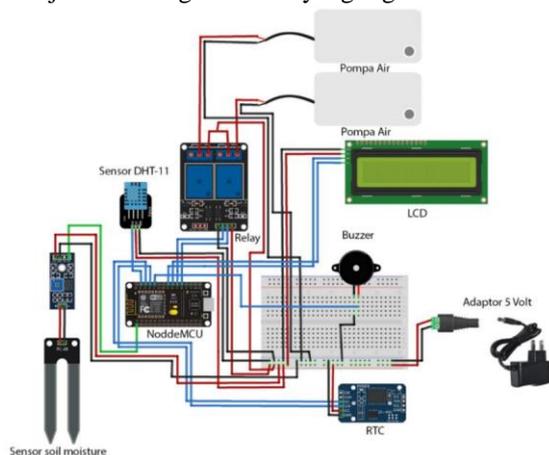
Penelitian ini memberikan gambaran mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Rincian tahapan yang dilakukan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Kerangka Kerja Penelitian

3.2 Desain Skematik

Desain skema adalah representasi grafis yang digunakan untuk menggambarkan hubungan dan hubungan antar komponen dalam suatu sistem atau rangkaian elektronik. Gambar di bawah menjelaskan rangkaian alat yang digunakan.



Gambar 2 Skema Rangkaian Alat

3.3 Preprocessing Sistem

Proses *preprocessing* sistem merupakan proses persiapan implementasi sistem alarm dan monitoring kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai berbasis IoT dengan menggunakan

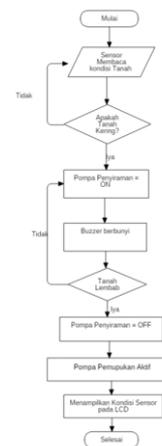
logika fuzzy. Ada beberapa tahapan seperti perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan Wi-Fi, perancangan sistem secara keseluruhan, diagram blok sistem dan analisis kebutuhan antarmuka yang digunakan. Berikut flowchart proses *preprocessing* sistem dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 Diagram Alir Preprocessing Sistem.

3.4 Rancangan Perangkat Keras

Saat merencanakan pengembangan perangkat keras, penting untuk mengidentifikasi jenis perangkat keras yang akan digunakan dan fitur-fiturnya. Setelah mengidentifikasi jenis perangkat keras yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah memahami kemampuannya dalam konteks pengembangan. Di bawah ini adalah daftar persyaratan perangkat keras yang diperlukan. Pada gambar dibawah ini gambaran perancangan perangkat keras yang digunakan melalui beberapa tahapan yaitu sensor membaca kondisi tanah, tanah kering, kemudian alarm berbunyi. Jika tanah lembab, alarm tidak berbunyi dan pompa pupuk aktif. Selanjutnya status sensor ditampilkan pada LCD.

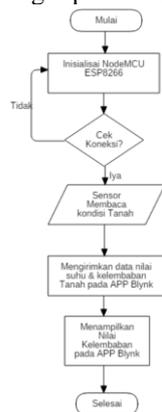


Gambar 3 Diagram Alir Rancangan Perangkat Keras.

3.5 Rancangan Perangkat Lunak

Saat merencanakan pengembangan perangkat lunak, penting untuk mengidentifikasi jenis perangkat lunak yang akan digunakan dan fitur-

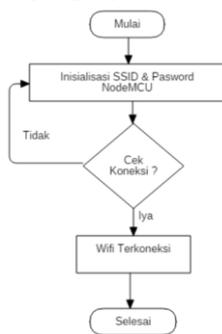
fiturnya. Di bawah ini adalah daftar persyaratan perangkat lunak yang diperlukan.



Gambar 4 Diagram Alir Rancangan Perangkat Lunak.

3.6 Rancangan Wi-Fi

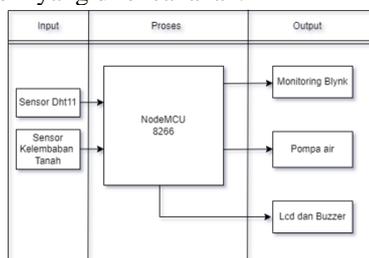
Saat merencanakan pengembangan Wi-Fi, penting untuk mengidentifikasi jenis Wi-Fi yang digunakan dan fitur-fiturnya. Berikut adalah daftar persyaratan WiFi yang diperlukan.



Gambar 5 Diagram Alir Rancangan Wi-Fi.

3.7 Diagram Blok

Gambaran dasar sistem yang dirancang dapat diperoleh melalui diagram blok. Setiap diagram blok mempunyai fungsi khususnya masing-masing. Di bawah ini Anda akan menemukan diagram blok dari sistem yang direncanakan.

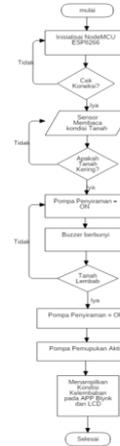


Gambar 6 Diagram Blok Sistem.

3.8 Rancangan Keseluruhan Sistem

Ketika merencanakan sistem secara keseluruhan, penting untuk mengidentifikasi jenis sistem secara keseluruhan yang akan digunakan dan fungsinya. Pada Gambar III.8 gambaran keseluruhan rancangan sistem yang digunakan terdiri dari beberapa tahap yaitu pemasangan

NodeMCU ESP8266, kemudian pengecekan jaringan, kemudian proses pembacaan kondisi tanah, pada saat tanah kering, alarm berbunyi. Jika tanah basah, alarm tidak akan berbunyi. Pompa pupuk kemudian aktif dan menampilkan nilainya pada aplikasi Blynk dan LCD.



Gambar 7 Diagram Alir Keseluruhan Sistem.

3.9 Fuzzifikasi

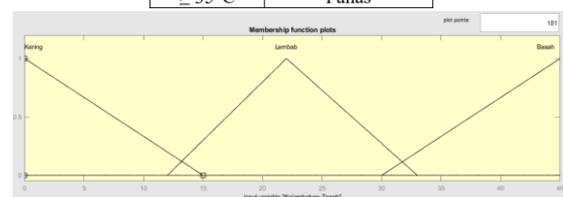
Mikrokontroler membaca sensor kelembaban tanah dan sensor DHT11 kemudian menghasilkan pernyataan linguistik berdasarkan data yang diperoleh. Setelah menerima data dari sensor kelembaban tanah dan sensor DHT11, mikrokontroler melakukan pengolahan hingga membentuk pernyataan linguistik yang menggambarkan kondisi kelembaban dan suhu tanah.

Tabel 1 Variabel *Linguistic* kelembaban tanah.

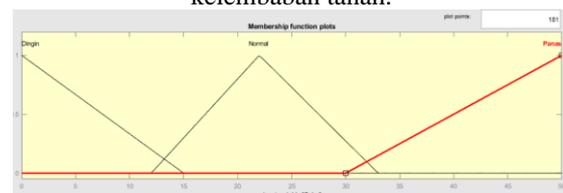
Kelembaban Tanah (RH)	Variabel <i>Linguistic</i>
0-15%	Kering
12-33%	Lembab
≥ 60%	Basah

Tabel 2 Variabel *Linguistic* suhu.

Suhu	Variabel <i>Linguistic</i>
-15°C - 15°C	Dingin
12°C - 33°C	Normal
≥ 35°C	Panas



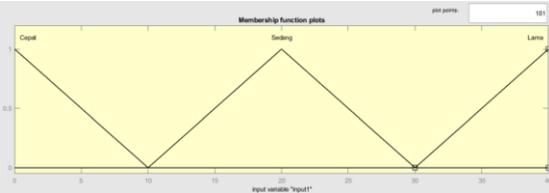
Gambar 8 Fungsi Keanggotaan Variabel kelembaban tanah.



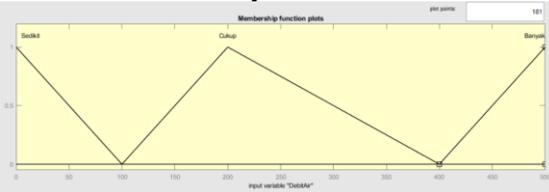
Gambar 9 Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu.

Tabel 3 Aturan Fuzzy.

No	Input		Output	
	Kelembaban Tanah	Suhu	Waktu Penyiraman	Alarm
1	Kering	Dingin	Lama	Berbunyi
2	Kering	Normal	Lama	Berbunyi
3	Kering	Panas	Lama	Berbunyi
4	Lembab	Dingin	Sedang	Berkedip



Gambar 10 Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Penyiraman.



Gambar 11 Fungsi Keanggotaan Debit Air.

3.10 Kebutuhan Perangkat Keras

Untuk menyelesaikan tugas penelitian akhir ini diperlukan beberapa perangkat keras. Informasi mengenai perangkat keras yang dibutuhkan untuk penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Perangkat Keras Yang Dibutuhkan.

No	Perangkat Keras	Keterangan
1.	Soil Moisture	Pendeteksi Kelembaban Tanah
2.	Relay	Penyambung aliran listrik
3.	Buzzer	Alarm
4.	NodeMCU – ESP8266	Mikrokontroler WiFi
5.	Handphone	Monitoring
6.	LCD 16x2	Monitoring
7.	DHT11	Pendeteksi Suhu
8.	Real Time Clock	Mengatur jadwal penyiraman
9.	Pompa Air	Menyimpan Air
10.	Adaptor	Mengubah arus AC menjadi DC

3.11 Kebutuhan Perangkat Lunak

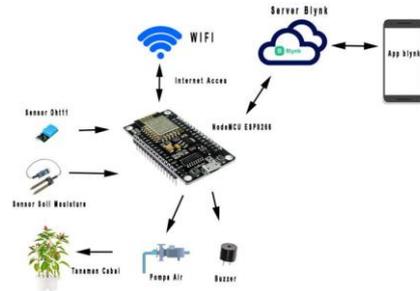
Untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini diperlukan beberapa perangkat lunak. Informasi mengenai perangkat lunak yang diperlukan untuk penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4 Perangkat Lunak Yang Dibutuhkan.

No.	Perangkat Lunak	Keterangan
1.	Arduino IDE	Text Editor
2.	Blynk	Menampilkan data
3.	Windows 10	Sistem Operasi

3.12 Desain Topologi Sistem

Perancangan Topologi Sistem merupakan perancangan untuk menghubungkan NodeMCU ESP8266 dengan perangkat lain seperti Akses Internet, Sensor DHT11, Sensor Kelembaban Tanah, Relay, LCD 16x2, RTC, Buzzer, Blynk Server, Aplikasi Blynk, Pompa Air dan Tanaman Cabai.



Gambar 12 Desain Topologi Yang Digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

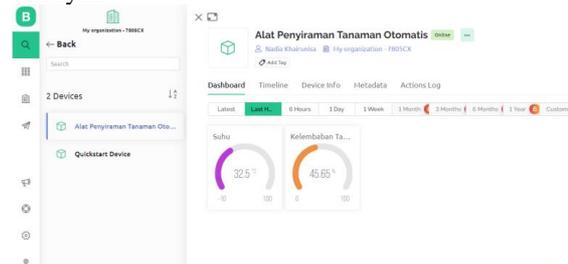
Hasil perancangan perangkat keras ini dibuat dengan menggunakan NodeMCUESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kelembaban tanah, sensor buzzer untuk mengingatkan bila tanah kering, sensor DHT 11 untuk memantau suhu lingkungan, dan beberapa komponen elektronik lainnya untuk mendukung seluruh Alat ini. Berikut ini adalah gambar sistem alarm dan monitoring kelembaban dan suhu tanah yang dibangun dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 13 Hasil Perancangan Alat Kelembapan Tanah Dan Suhu.

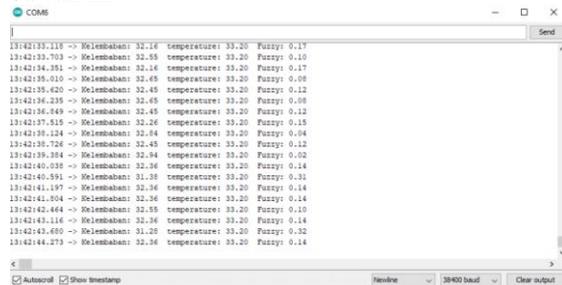
4.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pemantauan dan alarm kelembaban dan suhu tanah yang direncanakan dan dibangun dapat diakses melalui situs web utama di <https://sgp1.blynk.cloud/>. Di sana, Blynk menampilkan berbagai pilihan menu termasuk Dashboard dan Datastream. Pada gambar di bawah ini Anda dapat melihat tampilan halaman dashboard di Blynk



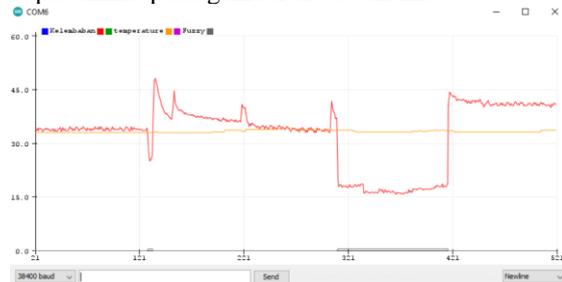
Gambar 14 Tampilan Halaman Dashboard pada Blynk.

Untuk memantau kelembaban dan suhu tanah, informasi dapat dipantau pada perangkat yang terhubung melalui Serial Monitor. Seri Monitor menampilkan data aktual dari sensor kelembaban dan suhu tanah secara real time, memungkinkan pemantauan dan analisis yang lebih akurat dalam pengelolaan tanaman cabai. Di bawah ini adalah hasil sistem pemantauan kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai, dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 15 Tampilan Serial Monitor pada Arduino.

Plotter serial memungkinkan visualisasi grafis data kelembaban dan suhu tanah dari waktu ke waktu, memberikan gambaran yang lebih jelas tentang fluktuasi kondisi lingkungan tanaman selama periode waktu tertentu. Dengan bantuan Serial Plotter, pengguna dapat dengan mudah mengidentifikasi pola atau tren kelembaban dan suhu tanah, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik saat merawat tanaman cabai. Di bawah ini adalah hasil sistem pemantauan kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 16 Tampilan Serial Plotter pada Arduino.

4.3 Pengujian Ph Meter Tanah Tester

Pengujian tersebut menggunakan pH meter tanah untuk mengukur keasaman atau kebasaan tanah. Tanah yang sehat dan cocok untuk pertumbuhan tanaman mempunyai nilai pH optimal tertentu. PH tanah mengukur seberapa asam atau basa lingkungan tanah. Skala pH berkisar antara 0 hingga 14, dengan nilai 7 dianggap netral. Tujuan pengujian pH meter soil tester adalah untuk membandingkan desain alat yang diproduksi. Pengujian ini membantu memastikan keakuratan dan keandalan alat dalam memberikan hasil pengukuran pH tanah.



Gambar 17 Pengujian pH Tanah.

4.4 Pengujian Sensor Soil Moisture

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan dengan memprogram NodeMCU ESP8266 dengan nilai 1023. Ini adalah nilai ADC sensor kelembaban tanah yang menggunakan 10 bit.

$$\text{Kelembaban Tanah (\%)} = \frac{(1023 - \text{Nilai Sensor})}{10.23}$$

Tabel 5 Hasil Pengujian Tanah Kering.

No	Menit	Input	Output	
		Kelembaban Tanah (%)	Keterangan	Alarm
1	0:00-0:59	9,87	Kering	berbunyi
2	1:00-1:59	9,97	Kering	berbunyi
3	2:00-2:59	10,17	Kering	berbunyi
4	3:00-3:59	10,07	Kering	berbunyi
5	4:00-4:59	10,17	Kering	berbunyi
6	5:00-5:59	10,17	Kering	berbunyi
7	6:00-6:59	10,07	Kering	berbunyi
8	7:00-7:59	10,26	Kering	berbunyi
9	8:00-8:59	10,17	Kering	berbunyi
10	9:00-9:59	10,26	Kering	berbunyi

Tabel 6 Hasil Pengujian Tanah Kering.

No	Menit	Input	Output	
		Kelembaban Tanah (%)	Keterangan	Alarm
1	0:00-0:59	20,63	Lembab	Berkedip
2	1:00-1:59	19,94	Lembab	Berkedip
3	2:00-2:59	21,02	Lembab	Berkedip
4	3:00-3:59	20,72	Lembab	Berkedip
5	4:00-4:59	21,8	Lembab	Berkedip
6	5:00-5:59	21,31	Lembab	Berkedip
7	6:00-6:59	21,6	Lembab	Berkedip
8	7:00-7:59	20,72	Lembab	Berkedip
9	8:00-8:59	21,99	Lembab	Berkedip
10	9:00-9:59	22,09	Lembab	Berkedip

Tabel 7 Hasil Pengujian Tanah Basah.

No	Menit	Input	Output	
		Kelembaban Tanah (%)	Keterangan	Alarm
1	0:00-0:59	37,24	Basah	Mati
2	1:00-1:59	36,85	Basah	Mati
3	2:00-2:59	35,39	Basah	Mati
4	3:00-3:59	34,8	Basah	Mati
5	4:00-4:59	35,19	Basah	Mati
6	5:00-5:59	34,21	Basah	Mati
7	6:00-6:59	33,82	Basah	Mati
8	7:00-7:59	33,92	Basah	Mati
9	8:00-8:59	34,31	Basah	Mati
10	9:00-9:59	34,02	Basah	Mati

4.5 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor suhu DHT 11 dilakukan dengan mengimplementasikan program pada NodeMCU ESP8266. Pengukuran suhu kemudian dilakukan di sekitar tanaman dan hasilnya

didokumentasikan dalam beberapa tabel di bawah ini.

Tabel 8 Hasil Pengujian Suhu.

No	Menit	Input	Output
		Suhu (°C)	Keterangan
1	0:00-0:59	32,4	Normal
2	1:00-1:59	32,4	Normal
3	2:00-2:59	32,4	Normal
4	3:00-3:59	32,4	Normal
5	4:00-4:59	32,4	Normal
6	5:00-5:59	32,4	Normal
7	6:00-6:59	32,4	Normal
8	7:00-7:59	32,4	Normal
9	8:00-8:59	32,4	Normal
10	9:00-9:59	32,4	Normal

4.6 Pengujian Pada Tanaman Cabai

Sensor kelembaban tanah dan sensor suhu DHT 11 digunakan untuk menguji tanaman cabai dengan mengimplementasikan program pada NodeMCU ESP8266. Kelembaban dan suhu tanah kemudian diukur pada tanaman cabai dan data yang dihasilkan dicatat pada beberapa tabel terkait. Hasil pengukuran tersebut memberikan informasi berharga tentang kondisi tanah dan lingkungan tumbuh tanaman cabai, yang dapat menjadi dasar pengambilan keputusan untuk perawatan tanaman yang lebih efektif.

Tabel 9 Hasil Pengujian Tanaman Cabai.

No	Menit	Input		Output	
		Kelembaban Tanah	Suhu	Waktu Penyiraman	Alarm
1	0:00-0:59	9,58	33,1	4 Detik	Berbunyi
2	1:00-1:59	9,76	33,1	4 Detik	Berbunyi
3	2:00-2:59	10,9	33,1	4 Detik	Berbunyi
4	3:00-3:59	20,22	33,1	2 Detik	Berkedip
5	4:00-4:59	21,67	33,1	2 Detik	Berkedip
6	5:00-5:59	23,31	33,1	2 Detik	Berkedip
7	6:00-6:59	34,82	33,1	0 Detik	Mati
8	7:00-7:59	33,87	33,1	0 Detik	Mati
9	8:00-8:59	31,31	33,1	0 Detik	Mati
10	9:00-9:59	32,04	33,1	0 Detik	Mati

4.7 Analisa Hasil Pengujian

Sensor kelembaban tanah dan sensor suhu DHT 11 digunakan untuk menguji tanaman cabai dengan mengimplementasikan program pada NodeMCU ESP8266. Kelembaban dan suhu tanah kemudian diukur pada tanaman cabai dan data yang dihasilkan dicatat pada beberapa tabel terkait. Pada tabel hasil pengujian tanaman cabai diatas dapat diketahui informasi bahwa nilai kelembaban tanah menunjukkan keadaan kering pada menit pertama hingga ketiga, disertai dengan waktu penyiraman yang lama dan bunyi alarm. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor tertentu seperti pengaruh faktor cuaca luar. Kondisi cuaca ekstrim seperti panas berlebihan atau angin kencang dapat meningkatkan penguapan air dari dalam tanah sehingga menyebabkan tanah mengering lebih cepat dari perkiraan. Kurangnya alokasi air, jika kapasitas air yang dialokasikan untuk irigasi tidak mencukupi kebutuhan tanaman atau area yang diairi, tanah mungkin tetap kering. Pada pengujian tanaman cabai diperoleh informasi nilai kelembaban tanah dalam keadaan basah pada

menit keempat hingga keenam disertai waktu penyiraman sedang dan bunyi berkedip-kedip. Hal ini disebabkan kegagalan sistem irigasi, kualitas tanah dan drainase. Tanah dengan drainase yang buruk atau kapasitas menahan air yang tinggi dapat menyebabkan tanah tetap lembab meski dengan waktu penyiraman sedang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian pada Implementasi Sistem Alarm Dan Monitoring Kelembaban Tanah Dan Suhu Terhadap Tanaman Cabai Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan Logika Fuzzy yang telah dilakukan oleh penulis pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan efisiensi pengelolaan tanaman cabai. Dengan menggunakan teknologi IoT, petani dapat memantau kelembaban tanah dan suhu tanaman secara real time tanpa harus berada di sana secara fisik. Logika fuzzy digunakan untuk menginterpretasikan data kelembaban dan suhu tanah untuk memberikan kontrol yang lebih besar terhadap kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman. Hal ini memungkinkan pertumbuhan tanaman cabai dapat dioptimalkan dengan memberikan kondisi lingkungan yang sesuai.
2. Sistem alarm terintegrasi memungkinkan deteksi dini terhadap kondisi lingkungan yang tidak sesuai, seperti kelembaban tanah yang rendah atau suhu ekstrem. Hal ini memungkinkan petani untuk melakukan tindakan pencegahan sebelum terjadi kerusakan besar pada tanaman cabai.

5.2 Saran

Berikut beberapa rekomendasi untuk menerapkan Implementasi Sistem Alarm Dan Monitoring Kelembaban Tanah Dan Suhu Terhadap Tanaman Cabai Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan Logika Fuzzy dalam rangka meningkatkan penelitian di kemudian hari.

1. Kirim pemberitahuan kepada pengguna melalui email atau SMS ketika alarm dipicu. Menyimpan data historis kelembaban dan suhu tanah untuk memberikan wawasan historis dan mendukung analisis jangka panjang.
2. Perhatikan konsumsi daya perangkat keras untuk memastikan pengoperasian yang berkelanjutan. Menerapkan strategi penghematan energi, misalnya. B. menggunakan mode tidur mikrokontroler ketika tidak diperlukan pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Ristian, I. Ruslianto, K. Sari, and J. DrHHadari Nawawi, "JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika) Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)," 2022.
- [2] E. Anugrah, M. Hasbi, and M. P. Lukman, "Penerapan Sistem Monitoring Dan Kendali Pintar Untuk Tanaman Terung Berbasis Internet Of Things Dengan Metode Penyiraman Irigasi Tetes," 2021, [Online]. Available: <https://s.id/jurnalresistor>
- [3] A. D. Novianto, I. N. Farida, and J. Sahertian, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic," 2021.
- [4] U. Ristian, I. Ruslianto, K. Sari, and J. DrHHadari Nawawi, "Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)," 2022.
- [5] Z. Islam Shofari et al., "Sistem Pemantauan Pengendalian Suhu Udara Dan Kelembaban Tanah Pada Lahan Pertanian Berbasis SCADA," 2019.
- [6] R. K. Ghito, N. Nurdiana, and M. Kom, "Rancang Bangun Smart Garden System Menggunakan Sensor Soil Moisture Dan Arduino Berbasis Android (Studi Kasus : Di Gerai Bibit Narnea Cikijing)," 2018. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>
- [7] Suroso Nasron and A. Rahma Putri, "Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman," vol. 3, no. 4, 2019.
- [8] Indrawati Sri, Respati Sri Mulyo Bondan, and Darmanto, "Kebutuhan Daya Pada Air Conditioner Saat Terjadi Perbedaan Suhu Dan Kelembaban," Momentum, 2019.
- [9] Arafat, Ratna Silvia, Wagino, and Ibrahim, "Perancangan Dan Pengujian Alat Untuk Monitoring Kelembaban Tanah Dan Pemberian Pupuk Cair Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things," *Technologia*, vol. 12, 2021. 56
- [10] A. Galih Mardika and R. Kartadie, "MENGATUR KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH YL-69 BERBASIS ARDUINO PADA MEDIA TANAM POHON GAHARU," *JOEICT (Jurnal of Education and Information Communication Technology)*, 2019.
- [11] A. K. Nalendra and M. Mujiono, "Perancangan IoT (Internet of Things) pada Sistem Irigasi Tanaman Cabai," *Generation Journal*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [12] N. Mukhayat, P. W. Ciptadi, and R. H. Hardyanto, "Sistem Monitoring pH Tanah, Intensitas Cahaya Dan Kelembaban Pada Tanaman Cabai (Smart Garden) Berbasis IoT," SEMINAR NASIONAL Dinamika Informatika, 2021.
- [13] Wijaya Indra Dharma, Ariyanto Rudy, and Fitria Nailil, "Implementasi IoT Pada Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Berbasis Raspberry Pi Dengan Metode Fuzzy Logic," *Jurnal Informatika Polinema*, 2019.
- [14] A. Priyono and dan Pandji Triadyaksa, "Sistem Penyiram Tanaman Cabai Otomatis Untuk Menjaga Kelembaban Tanah Berbasis ESP8266," *Berkala Fisika*, vol. 23, no. 3, pp. 91–100, 2020.
- [15] Ruslianto Ikhwan, Ristian Uray, and Hasfani Hirzen, "Sistem Pintar Untuk Anggur (Sipunggur) pada Kawasan Tropis Berbasis Internet of Things (IoT)," 2022.
- [16] A. Frisdayanti, "Peranan Brainware Dalam Sistem Informasi Manajemen," vol. 1, 2019, doi: 10.31933/JEMSI.
- [17] H. Jurnal, M. Hasbiyalloh, and D. A. Jakaria, "Aplikasi Penjualan Barang Perlengkapan Hand Phone Di Zildan Cell Singaparna Kabupaten Tasikmalaya," *JUMANTAKA*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [18] N. Azis, M. S. Hartawan, and S. Amelia, "Rancang Bangun Otomatisasi Penyiraman dan Monitoring Tanaman Kangkung Berbasis Android," 2020. 57
- [19] A. Wantoro, S. Samsugi, and M. Joko Suharyanto, "Sistem Monitoring Perawatan dan Perbaikan Fasilitas PT PLN (Studi Kasus : Kota Metro Lampung)," vol. 15, no. 1, 2021.
- [20] R. Patria Kusuma, R. Taufiq Subagio, P. Sokibi, and W. Ilham, "PROTOTYPE PEMBERIAN NUTRISI CACING TANAH OTOMATIS DENGAN SOLAR PANEL MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC," 2023.
- [21] Y. Nur, I. Fathulrohman, and A. Saepuloh, "Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno," *JUMANTAKA*, vol. 02, p. 1, 2018.
- [22] L. Fikriyah, "Sistem Kontrol Pendingin Ruangan Menggunakan Arduino Web Server Dan Embedded Fuzzy Logic Di Pt. Inoac Polytechno Indonesia," *Jurnal Informatika SIMANTIK*, vol. 3, no. 1, 2018, [Online]. Available: www.jurnal.stmikcikarang.ac.id
- [23] G. Sastra Utara and W. Setiawan, "Prototipe Monitoring Suhu Ruangan Dan Detektor Gas Bocor Berbasis Aplikasi Blynk," 2020.
- [24] R. Widadi and S. Indriyanto, "Telemonitoring Denyut Jantung dan Suhu Tubuh Terintegrasi Android Smartphone Berbasis Internet of Things (IoT)," 2022.
- [25] Kalengkongan Theodorus S, Mamahit Dringhuizen J., and Sompie Sherwin R.U.A, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno," 2018.

- [26] S. A. Kurniawan and M. Taufik, "Rancang Bangun Solar Tracker Sumbu Tunggal Berbasis Motor Stepper Dan Real Time Clock," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 26, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.35760/tr.2021.v26i1.3685.58
- [27] P. Edi Kresnha and N. Latifah Agustina Wicahyani, "Automasi Hidroponik Indoor Sistem Wick dengan Pengaturan Penyinaran Menggunakan Growing Lights dan Pemberitahuan Nutrisi Berbasis SMS Gateway," 2019.
- [28] G. Kusumawardani, I. Gunawan, and B. Dhuwur, "Optimalisasi Penggunaan BNWAS (Bridge Navigational Watch Alarm System) Pada Saat Berlayar Di MV. Eline Enterprise Milik Perusahaan PT. Adovelin Raharja," 2019.
- [29] D. Ariefianto, A. P. Sasmito, and A. Wahid, "Pemanfaatan Metode Fuzzy Untuk Budidaya Ikan Tombro Bebasis IOT (Internet Of Thing)," 2021.
- [30] D. Tantowi and Y. Kurnia, "Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino," 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/alg/index>
- [31] A. Dwi Putra and A. Prayogo, "Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara," 2021.