



Universitas Kristen Wira Wacana Sumba
Fakultas Sains dan Teknologi
SATI: Sustainable Agricultural Technology Innovation
Homepage: <https://ojs.unkriswina.ac.id/index.php/semnas-FST>
4th Nasional Seminar on Sustainable Agricultural Technology Innovation
1 Agustus 2025/ Pages: 294-304

PROTOTYPE SMART FARMING BERBASIS IOT UNTUK PENYIRAMAN DAN MONITORING TANAMAN SAYUR SAWI CAISIM DENGAN LOGIKA FUZZY SUGENO

*IoT-Based Smart farming Prototype for Watering and Monitoring Mustard Greens
Using Sugeno's Fuzzy Logic*

Aditya Saputra¹, Rambu Yetti Kalaway² dan Reynaldi Thimotius³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Kristen Wira Waca
Sumba

Jln.R.Soeprapto, No.35 Waingapu, Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur

as3428684@gmail.com¹, kalaway@unkriswina.ac.id², reynaldi@unkriswina.ac.id³

Corresponding author: kalaway@unkriswina.ac.id

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology has driven significant transformation in the agricultural sector through the implementation of smart farming systems. This study aims to design a prototype of an IoT-based automatic watering and monitoring system for Chinese cabbage plants using the Sugeno fuzzy logic method. The main problem raised is the low efficiency of water use due to the continued use of manual watering systems by most farmers, especially in Kambata Tana Village, East Sumba Regency. The proposed system will utilize an ESP32 microcontroller, soil moisture sensors, and air temperature sensors integrated with the Blynk application, thus enabling real-time monitoring of plant conditions via smartphone devices. The use of Sugeno fuzzy logic is expected to produce more accurate decisions in regulating watering based on environmental humidity and temperature values. This study was designed with an Extreme Programming (XP) method approach consisting of planning, designing, coding, and testing stages. It is hoped that through the development of this system, the watering process can be carried out appropriately, efficiently, and according to plant needs, thereby reducing water waste and supporting more modern and sustainable agriculture. In addition, this system is expected to provide convenience for farmers in monitoring and managing agriculture remotely with the support of simple and easy-to-operate technology.

Keywords: Smart farming, Internet of Things, Automatic Watering, Fuzzy Sugeno, Water Efficiency, Mustard Greens

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong transformasi signifikan dalam sektor pertanian melalui penerapan sistem *smart farming*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem penyiraman dan monitoring tanaman sawi caisim secara otomatis berbasis IoT dengan menggunakan metode logika fuzzy Sugeno. Permasalahan utama yang diangkat adalah rendahnya efisiensi penggunaan air akibat masih digunakannya sistem penyiraman manual oleh sebagian besar petani, khususnya di Desa Kambata Tana, Kabupaten Sumba Timur. Sistem yang diusulkan akan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, dan sensor suhu udara yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk, sehingga memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara real-time melalui perangkat smartphone. Penggunaan logika fuzzy Sugeno diharapkan mampu menghasilkan keputusan yang lebih akurat dalam mengatur penyiraman berdasarkan nilai kelembapan dan suhu lingkungan. Penelitian ini dirancang dengan pendekatan metode Extreme Programming (XP) yang terdiri dari tahapan perencanaan, perancangan, pengkodean, dan pengujian. Diharapkan melalui pengembangan sistem ini, proses penyiraman dapat dilakukan secara tepat guna, efisien, dan sesuai kebutuhan tanaman, sehingga mampu mengurangi pemborosan air dan mendukung pertanian yang lebih modern dan berkelanjutan. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi petani dalam memantau dan mengelola pertanian secara jarak jauh dengan dukungan teknologi yang sederhana dan mudah dioperasikan.

Kata kunci: Smart farming, Internet of Things, Penyiraman Otomatis, Fuzzy Sugeno, Efisiensi Air, Sawi Caisim

PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan zaman, teknologi dan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang sistem kendali cerdas atau *Intelligent Control System*, telah mengalami kemajuan yang signifikan. Sistem kendali cerdas kini menjadi salah satu pilar utama teknologi masa depan, dengan penerapan yang semakin meluas di berbagai sektor, seperti pertanian, pendidikan, medis, pertahanan, dan industri. Teknologi ini mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil secara efisien, sehingga dapat mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi oleh masing-masing sektor. Dalam konteks pertanian, teknologi kendali cerdas menawarkan solusi yang sangat relevan, seperti dalam pemantauan kondisi tanah, pengaturan penyiraman tanaman, dan pengelolaan hama yang lebih efisien. Melalui penerapan sistem kendali cerdas, diharapkan dapat tercipta pertanian yang lebih berkelanjutan, hemat energi, dan ramah lingkungan (Yunus *et al.*, 2021). Keberhasilan implementasi teknologi ini akan menjadi bagian penting dalam mendukung pertanian di Indonesia agar dapat bersaing secara global dan meningkatkan kesejahteraan petani.

Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi sumber daya alam yang sangat melimpah. Secara geografis, Indonesia terletak di wilayah tropis dengan curah hujan yang tinggi, yang memungkinkan banyak jenis tanaman untuk tumbuh dengan baik sepanjang tahun. Meskipun demikian, sektor pertanian di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan besar yang perlu diatasi, salah satunya dalam hal efisiensi pengelolaan lahan dan sumber daya alam, khususnya dalam proses penyiraman tanaman.

Salah satu inovasi penting yang telah diterapkan dalam sektor pertanian adalah penerapan konsep *smart farming* atau pertanian cerdas. *Smart farming* adalah suatu sistem yang memanfaatkan teknologi untuk mempermudah pekerjaan di bidang pertanian, seperti penyiraman otomatis, pengukuran kelembapan tanah, pemantauan suhu tanah, serta kondisi tanaman secara real-time. Dengan menggunakan perangkat IoT, sistem ini memungkinkan penyiraman dilakukan secara otomatis berdasarkan kebutuhan air tanaman dan jadwal yang ditentukan sebelumnya. Teknologi ini dapat mengurangi pemborosan air yang sering terjadi dalam metode tradisional dan meningkatkan efisiensi kerja petani. Selain itu, *smart farming* juga dapat mengoptimalkan hasil panen dengan meminimalkan risiko kerugian akibat kesalahan dalam pengelolaan tanaman.

Seiring dengan potensi besar yang ditawarkan oleh teknologi *smart farming*, penerapannya menjadi sangat relevan di Desa Kambata Tana, yang meskipun memiliki sumber daya air yang melimpah, tetap memerlukan pengelolaan air yang tepat untuk budidaya tanaman hortikultura. Pengelolaan yang dimaksud adalah pengaturan penyiraman agar tidak terjadi pemborosan air atau kekurangan air, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman sawi caisim merupakan jenis tanaman yang sangat sensitif terhadap tingkat kelembapan tanah. Proses penyiraman tanaman sawi caisim harus dilakukan dengan sangat hati-hati tidak boleh terlalu banyak maupun terlalu sedikit karena ketidaktepatan dalam penyiraman dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan menurunkan kualitas hasil panen. Berdasarkan penelitian, tanaman sawi caisim membutuhkan kelembapan tanah dalam kisaran 60% hingga 70% untuk tumbuh optimal (Juliansyah & Kurnia, 2020). Jika kelembapan tanah lebih dari 70%, risiko pembusukan akar akan meningkat, sementara jika kelembapan kurang dari 60%, tanaman akan menjadi layu dan kurang berkembang. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara dengan salah satu petani di Desa Kambata Tana menunjukkan bahwa penyiraman di desa tersebut masih dilakukan secara manual, yang menyebabkan ketidaktepatan dalam pemenuhan kebutuhan air tanaman sawi caisim.

Dalam hal ini, penggunaan metode logika *fuzzy* Sugeno menjadi sangat relevan. Logika *fuzzy* Sugeno adalah suatu metode dalam sistem kendali yang memungkinkan pembuatan keputusan berdasarkan aturan-aturan yang bersifat tidak pasti atau kabur. Dalam konteks *smart farming*, logika *fuzzy* Sugeno dapat digunakan untuk mengatur sistem penyiraman tanaman

secara otomatis dengan memperhitungkan beberapa variabel, seperti kelembapan tanah dan suhu, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang tidak selalu konsisten. Sistem berbasis logika *fuzzy* Sugeno dapat mengolah data dari sensor-sensor IoT dan menghasilkan keputusan yang lebih akurat dalam menentukan jumlah air yang diperlukan oleh tanaman, menghindari penyiraman berlebihan atau kekurangan air

MATERI DAN METODE

Sayur Sawi Caisim

Sawi caisim adalah salah satu jenis sayuran daun yang termasuk dalam famili Brassicaceae, dan dikenal luas oleh masyarakat Indonesia sebagai sayuran yang sehat dan mudah diolah. Tanaman ini memiliki ciri khas berupa daun berwarna hijau tua, batang yang lunak, serta rasa yang tidak terlalu pahit, sehingga banyak digemari dan digunakan dalam berbagai olahan masakan. Kandungan gizi dalam sawi caisim cukup tinggi karena mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, vitamin A, vitamin C, vitamin K, serta mineral penting seperti kalsium, zat besi, dan kalium. Kandungan serat yang tinggi juga berperan penting dalam menjaga kesehatan sistem pencernaan dan membantu mencegah sembelit. Selain itu, dalam beberapa penelitian, sawi caisim diketahui mengandung antioksidan alami yang mampu membantu tubuh melawan radikal bebas serta menurunkan risiko penyakit degeneratif (Putri *et al.*, 2024).

Sawi caisim tergolong tanaman semusim dengan siklus pertumbuhan yang relatif singkat, yaitu antara 30 hingga 40 hari setelah tanam, tergantung pada varietas dan teknik budidaya yang digunakan. Tanaman ini sangat cocok dibudidayakan di daerah tropis dengan suhu antara 20–30°C serta intensitas cahaya yang cukup. Dalam sistem budidaya konvensional, pemupukan menjadi faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Sawi caisim tergolong tanaman semusim dengan siklus pertumbuhan yang relatif singkat, yaitu antara 30 hingga 40 hari setelah tanam, tergantung pada varietas dan teknik budidaya yang digunakan. Tanaman ini sangat cocok dibudidayakan di daerah tropis dengan suhu antara 20–30°C serta intensitas cahaya yang cukup. Dalam sistem budidaya konvensional, pemupukan menjadi faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis tertentu dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun, namun efeknya dapat berbeda tergantung pada kondisi tanah awal (Berdame *et al.*, 2024).

PROTOTYPE

Pembuatan *prototype* melibatkan pengembangan model perangkat lunak awal yang disederhanakan, dirancang untuk memfasilitasi pengujian awal dan keterlibatan pengguna. Proses ini mendorong penyempurnaan kolaboratif dengan memungkinkan pengembang dan pengguna berinteraksi dengan prototipe, mengidentifikasi potensi masalah, dan menyarankan perbaikan di awal siklus pengembangan. Akibatnya, proses ini meningkatkan kualitas dan kegunaan produk akhir secara keseluruhan (Inggi & Rizal, 2020).

ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah *mikrokontroler* Soc atau System on chip yang dilengkapi dengan *WI-FI* 802.11 b/g/n, *Bluetooth* versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 merupakan chip yang cukup lengkap dengan spesifikasi terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 dapat digunakan sebagai rangkaian pengganti pada Arduino dan memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke *WI-FI* secara langsung (Meidia Rianto *et al.*, 2024).

ESP32, yang dikembangkan sebagai penerus ESP8266 yang banyak digunakan, merupakan kemajuan signifikan dalam teknologi *mikrokontroler* dengan menyediakan platform yang terjangkau dan hemat energi. Dilengkapi dengan kemampuan Wi-Fi terintegrasi, ESP32

memfasilitasi aplikasi serbaguna di seluruh sistem tertanam dan proyek IoT, mendorong adopsi yang luas dalam pengembangan perangkat terhubung (Octavianti *et al.*, 2024).

Sensor DHT22



Gambar 1 DHT22

DHT22 adalah sensor digital ringkas yang dirancang untuk mengukur kelembapan dan suhu lingkungan secara akurat. Dilengkapi komponen berkualitas tinggi seperti kapasitor dan termistor, sensor ini memberikan pembacaan yang cepat dan andal, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pemantauan lingkungan yang presisi. Kemudahan integrasi dan efisiensi kinerjanya menjadikannya pilihan populer dalam teknologi sensor (Puspasari *et al.*, 2020).

DHT22 adalah sensor digital presisi tinggi yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembapan lingkungan. Sensor ini mengintegrasikan termistor dan sensor kelembapan kapasitif, memungkinkan pengumpulan data yang andal dengan akurasi tinggi. Kombinasi ini memungkinkan pemantauan kondisi iklim yang efisien dalam berbagai aplikasi, termasuk stasiun cuaca dan sistem HVAC.

Sensor Soil Moisture

Sensor kelembapan tanah berfungsi dengan mengevaluasi kadar air di dalam tanah melalui penggunaan dua probe yang tertanam pada kedalaman tertentu. Probe ini memfasilitasi konduksi arus listrik melalui matriks tanah di sekitarnya, sehingga memungkinkan perangkat untuk menilai resistansi listrik tanah. Umumnya, pengukuran resistansi yang rendah menunjukkan tingkat kelembapan yang tinggi, karena air meningkatkan konduktivitas listrik, sementara resistansi yang tinggi menunjukkan kondisi yang lebih kering. Teknologi yang sederhana dan efektif ini menyediakan cara praktis bagi petani, ahli hortikultura, dan peneliti untuk memantau kelembapan tanah secara akurat. Oleh karena itu, teknologi ini mendukung pengelolaan irigasi yang optimal, mendorong penggunaan air yang berkelanjutan, dan pertumbuhan tanaman yang sehat (Jupita *et al.*, 2021).

Logika Fuzzy

Logika *fuzzy*, subset khusus dari kecerdasan buatan, memfasilitasi pendekatan penalaran manusia dalam sistem komputasi. Dengan mengelola informasi yang tidak pasti atau tidak presisi, logika *fuzzy* memungkinkan komputer untuk melakukan tugas-tugas pengambilan keputusan yang kompleks. Teknologi ini merupakan bagian integral dari fungsi robot, kendaraan otonom, peralatan rumah tangga, dan berbagai sistem cerdas lainnya, yang meningkatkan kemampuan adaptasi dan efisiensinya (Sanca, 2018).

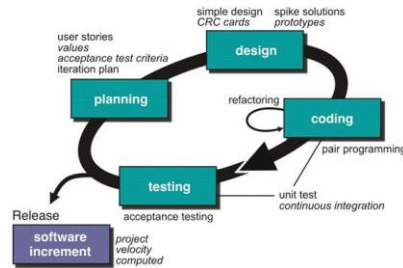
Metode Sugeno

Ada beberapa cara untuk memprediksi dalam sistem *fuzzy* adalah diantaranya metode Sugeno hampir sama dengan metode Mamdani. Hanya saja output (konsekuen) sistem tidak terhimpun *Fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Michio Sugeno mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. Singleton adalah sebuah himpunan *Fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 diluar titik tersebut (Arieni *et al.*, 2020).

Dalam penerapan *fuzzy* Sugeno terdapat proses-proses perhitungan yang digunakan yaitu: menentukan nilai keanggotaan, *fuzzyfikasi*, inferensi, rule, dan *defuzzyfikasi*. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Logika *fuzzy* membedakan dirinya dari logika digital tradisional melalui kemampuannya untuk menafsirkan dan

memproses istilah linguistik yang kurang tepat seperti "lambat" atau "cepat". Tidak seperti sistem biner yang beroperasi pada nilai benar atau salah yang ketat, logika *fuzzy* mengakomodasi berbagai tingkat kebenaran atau kesalahan, sehingga memungkinkan penalaran yang lebih fleksibel dan mirip manusia dalam proses pengambilan keputusan yang kompleks dan sistem kontrol (Setyawan et al., 2021).

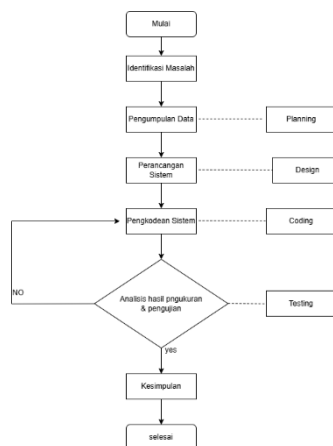
Metode Extreme Programing



Gambar 2 Metode Extreme Programing

Extreme Programming (XP) merupakan salah satu metode Agile yang paling banyak digunakan untuk pengembangan perangkat lunak cepat. Empat tahap dalam metode Extreme Programming (XP) yaitu planning, design, coding dan testing dapat dijalankan dalam waktu bersamaan sehingga proses pengerjaan yang cepat dan dapat menjalin komunikasi yang baik dengan klien. Dalam metode Extreme Programming (XP) lebih mengutamakan kepuasan klien jika perubahan-perubahan yang diminta oleh klien, pembuat sistem langsung mengeksekusinya tidak menunggu proses selesai (Parjito et al., 2023).

Alur Penelitian



Gambar 3 Alur penelitian

1. Tahap identifikasi masalah
Tahap analisis ini menekankan peran penting praktik irigasi yang efektif dalam sektor pertanian Sumba Timur. Metode penyiraman yang tidak memadai atau tidak tepat telah diamati berdampak negatif terhadap perkembangan tanaman dan mengurangi hasil panen. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk menerapkan strategi pengelolaan air yang optimal guna meningkatkan produktivitas pertanian dan memastikan pertanian berkelanjutan di wilayah tersebut.
2. Tahap Pengumpulan Data
Pengumpulan data melalui observasi sistematis dan wawancara terstruktur berfungsi untuk menjelaskan kriteria spesifik, target strategis, dan jadwal implementasi yang

diproyeksikan terkait dengan sistem pengendalian, sehingga memudahkan analisis komprehensif dan pengambilan keputusan yang tepat dalam konteks organisasi.

3. Tahap Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem merupakan bagian penting dalam proses penelitian karena menjadi dasar konseptual sebelum sistem dikembangkan dalam bentuk *prototype*. Dalam penelitian ini, sistem dirancang dengan pendekatan modular, yang dibagi ke dalam dua komponen utama, yaitu perangkat keras berbasis Internet of Things (IoT) dan perangkat lunak berbasis web.

4. Tahap Pengkodean Sistem

Tahap pengkodean bertujuan untuk membangun sistem dan melakukan pemrograman berdasarkan desain yang telah disusun. Pengkodean sistem ini menggunakan bahasa pemrograman C++.

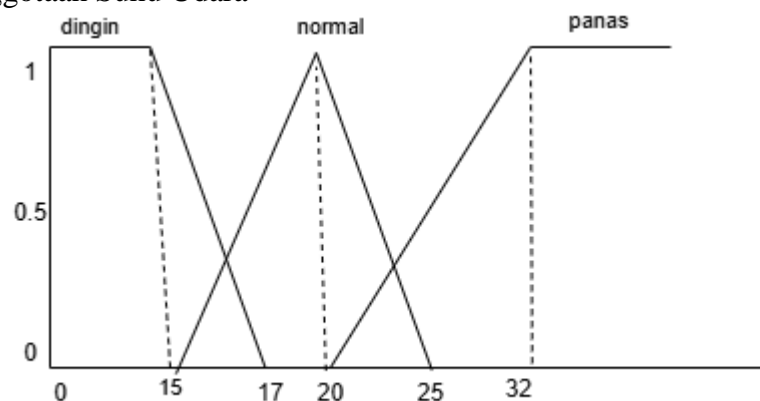
5. Tahap Analisis Pengukuran Dan pengujian

Tahapan ini melakukan analisis hasil pengukuran data yang didapatkan dari perancangan sistem melalui sensor dan melakukan pengujian, jika terdapat kesalahan maka akan kembali ke tahap pengkodean sistem.

Logika Fuzzy Sugeno

Logika *fuzzy* Sugeno mampu menangani permasalahan dengan mempertimbangkan berbagai data yang tersedia untuk menghasilkan keputusan berdasarkan input yang diterima, melalui tahapan *fuzzyfikasi* untuk mengubah data crisp menjadi nilai derajat keanggotaan, inference system (evaluasi rule) untuk menentukan aturan yang sesuai, serta *defuzzifikasi* untuk menghasilkan output keputusan yang spesifik.

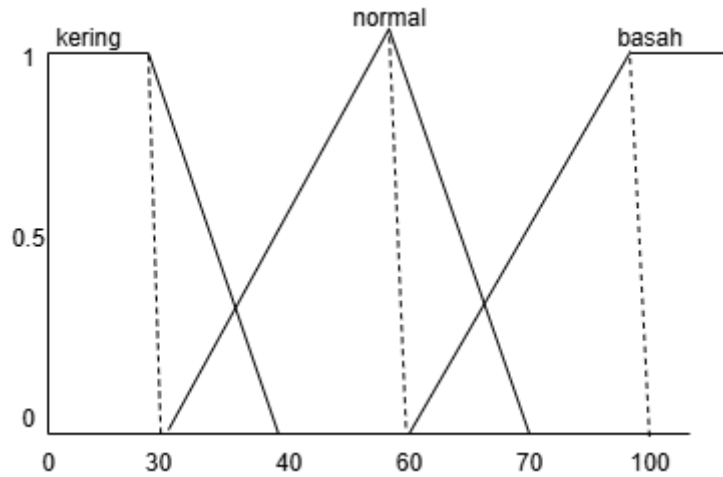
1. Fungsi Keanggotaan Suhu Udara



Gambar 4 Fuzzifikasi Variabel Suhu Udara

Suhu udara dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu dingin, normal, dan panas. Pembagian ini digunakan untuk menentukan tingkat penyiraman otomatis.

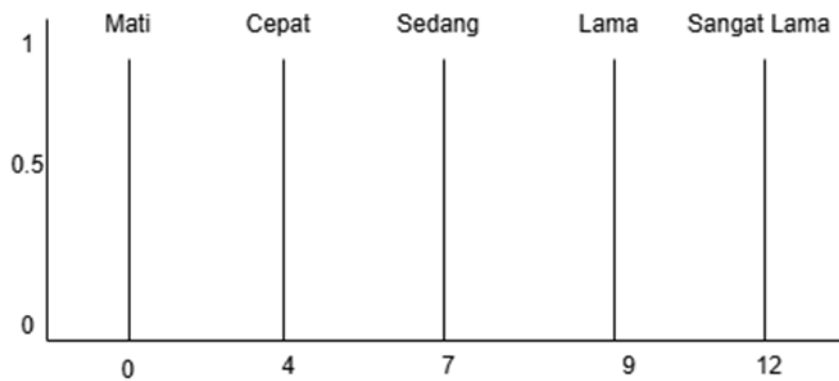
2. Fungsi Keanggotaan Kelembapan Tanah



Gambar 5 Fuzzifikasi Variabel Kelembaban Tanah

Kelembapan tanah dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu kering, normal, dan basah. Pembagian ini digunakan untuk menentukan kebutuhan penyiraman otomatis

3. Output Pompa



Gambar 6 Fuzzifikasi Variabel Output Pompa

Output sistem berupa kendali terhadap aktif atau tidaknya pompa air dalam proses penyiraman tanaman. Pada penelitian ini, kondisi kerja pompa ditentukan berdasarkan nilai singleton yang merepresentasikan durasi seperti mati, cepat, sedang, lama, hingga sangat lama.

4. Interference system (Evaluasi Rule)

Tabel 1 Interference system (Evaluasi Rule)

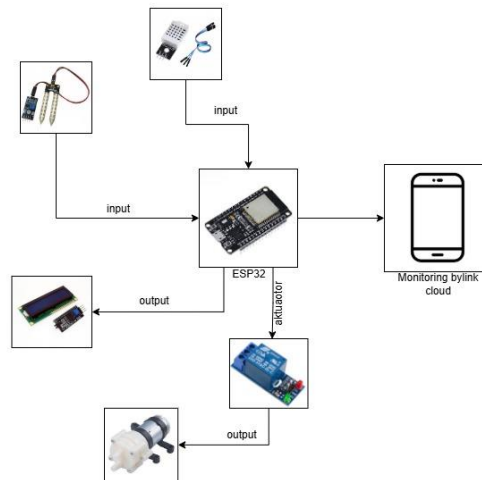
rule	suhu	kelembapan	Pompa
1	Dingin	Basah	Mati
2	Dingin	Normal	Cepat
3	Dingin	Kering	Sedang
4	Normal	Basah	Cepat
5	Normal	Normal	Sedang
6	Normal	Kering	Lama
7	Panas	Basah	Sedang
8	Panas	Normal	Lama
9	Panas	Kering	Sangat lama

5. Defuzzifikasi

Tahap *defuzzifikasi* merupakan proses akhir dalam sistem logika *Fuzzy Sugeno* yang digunakan untuk mengubah hasil evaluasi aturan *fuzzy* menjadi output numerik (crisp value) yang dapat digunakan oleh sistem sebagai dasar pengambilan keputusan.

Dalam penelitian ini, *defuzzifikasi* dilakukan berdasarkan satu parameter utama, yaitu nilai kelembaban tanah yang diperoleh dari sensor soil moisture.

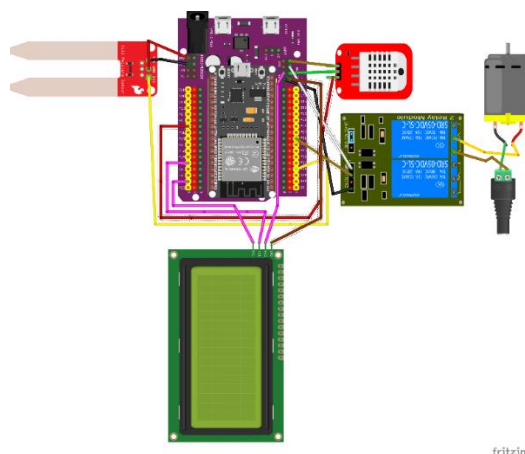
Arsitektur Sistem



Gambar 7 Arsitektur Sistem

Pada gambar 7 Sistem yang ditampilkan pada diagram arsitektur ini merupakan sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis *mikrokontroler* ESP32 yang berfungsi untuk memantau serta mengatur kondisi lingkungan tanaman secara real time. Sistem ini menerima input dari dua jenis sensor, yaitu sensor kelembapan tanah dan sensor suhu (DHT22). Data dari kedua sensor tersebut dikirimkan ke ESP32 untuk diproses. Setelah data diterima dan dianalisis, ESP32 menentukan apakah tindakan perlu diambil. Jika kadar kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, ESP32 akan mengaktifkan modul relay sebagai aktuator. Relay ini akan menyalakan pompa air untuk menyiram tanaman hingga kadar kelembapan kembali normal. Selain mengendalikan pompa, ESP32 juga menampilkan hasil pengukuran sensor pada layar LCD sebagai tampilan lokal, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara langsung di lokasi. Tidak hanya itu, ESP32 juga terhubung ke internet dan mengirimkan data ke platform Blynk Cloud, yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan secara jarak jauh melalui aplikasi ponsel pintar. Dengan demikian, sistem ini menyediakan solusi otomatisasi yang efisien dan fleksibel dalam memantau serta menjaga kelembapan tanah dan lingkungan bagi tanaman.

Diagram Skematik



Gambar 8 skematik

Gambar 8 merupakan diagram skematik yang akan dibangun, yang terdiri dari *mikrokontroler* ESP32 dengan expansion board, sensor soil moisture, DHT22, LCD, relay 2 chanel, power adaptor dan mini waterpump.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Coba dan Implementasi

Tahap ini membahas proses implementasi dan uji coba sistem *Smart farming* berbasis IoT untuk penyiraman dan monitoring tanaman sayur sawi caisim. Sistem ini menggunakan logika *fuzzy* Sugeno sebagai kendali utama penyiraman. Monitoring dilakukan melalui aplikasi Blynk, sedangkan data log penyiraman dan hasil pengukuran seperti kelembaban tanah, suhu udara, serta status aktuator dicatat selama uji coba berlangsung. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja dan efektivitas sistem secara keseluruhan.

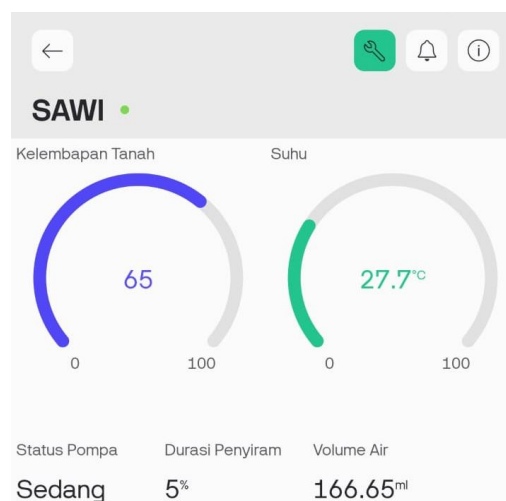
Implementasi Desain Sistem



Gambar 9 Implementasi Hardware

Gambar 9 menunjukkan hasil perancangan desain sistem *Smart farming* berbasis IoT untuk penyiraman dan monitoring tanaman sayur sawi caisim. Sistem ini terdiri atas beberapa komponen, antara lain *mikrokontroler* ESP32 yang dilengkapi dengan papan ekspansi sebagai pusat kendali, sensor soil moisture untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah, dan sensor DHT22 sebagai input untuk membaca suhu udara. Selain itu, sistem dilengkapi dengan aktuator berupa modul relay yang berfungsi untuk mengontrol status ON/OFF pompa air (waterpump) dalam proses penyiraman tanaman.

Monitoring Penyiraman pada Aplikasi Blynk



Gambar 10 Monitoring Sistem dengan Blynk

Pada gambar 10 menunjukkan hasil monitoring pada aplikasi Blynk, di mana widget yang digunakan mampu menampilkan nilai kelembapan tanah dan suhu secara akurat, serta menampilkan perintah sistem kontrol yang telah dirancang. Dengan demikian, proses monitoring dapat berjalan dengan baik sesuai dengan program yang telah dibuat.

Hasil Pengukuran

Tab 2. Hasil penyiraman menggunakan sistem

Tanggal dan Waktu	Suhu Udara	Kelembapan Tanah	Status Pompa	Durasi/detik	Volume air
24/07/2025 6:20:04	26.90	55.00	Sedang	5	166,65
24/07/2025 10:20:38	26.90	60.00	cepat	2	66,66
24/07/2025 15:06:50	28.70	53.00	Sedang	5	166,65
25/07/2025 6:12:56	20.00	65.00	cepat	2	66,66
25/07/2025 9:21:03	27.00	60.00	cepat	2	66,66
25/07/2025 9:21:08	26.90	81.00	Mati	0	0,00
25/07/2025 16:06:21	30.00	55.00	Sedang	5	166,65
26/07/2025 6:00:24	20.00	75.00	Cepat	2	66,66
26/07/2025 11:21:30	32.00	50.00	Sedang	5	166,65
26/07/2025 17:09:00	23.00	60.00	Cepat	2	66,66
27/07/2025 6:15:48	20.00	70.00	Cepat	2	66,66
27/07/2025 11:15:21	26.00	50.00	Sedang	5	166,65
27/07/2025 14:09:12	24.00	60.00	Cepat	2	66,66
Total					1299,87

Tabel 3. Penyiraman dengan Metode Manual

Hari	Pagi (mL)	Sore (mL)	Total
1	210	160	370
2	190	140	330
3	200	150	350
4	220	170	390
Total	820	620	1.440mL

Pada Tabel 2 merupakan hasil pengukuran menggunakan sistem *smart farming*, sedangkan Tabel 3 merupakan hasil pengukuran menggunakan metode manual. Berdasarkan data yang diperoleh selama pengujian dalam beberapa hari, terlihat adanya variasi dalam kelembapan tanah, suhu udara, status pompa, durasi pompa, dan volume air yang digunakan. Kelembapan tanah berkisar antara 50% hingga 81%, sedangkan suhu udara berkisar antara 24°C hingga 29°C. Pada status pompa terdapat dua kondisi, yaitu cepat dengan durasi pompa selama 2 detik dan sedang dengan durasi pompa selama 5 hingga 7 detik, serta status mati pada beberapa pengukuran. Sistem *smart farming* secara otomatis menyesuaikan volume air yang digunakan, dengan total volume air sebesar 1.299,87 mL selama pengujian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem *smart farming* berbasis IoT untuk penyiraman dan monitoring tanaman sawi caisim memberikan hasil yang signifikan dalam hal efisiensi penggunaan air dan pertumbuhan

tanaman dibandingkan dengan metode penyiraman manual. Sistem yang menggunakan logika *fuzzy* Sugeno sebagai pengontrol utama dalam penyiraman tanaman secara otomatis dapat mengatur volume air yang digunakan dengan tepat, berdasarkan parameter kelembapan tanah dan suhu udara.

Dari pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa sistem *smart farming* menghabiskan 1.299,87 mL dari total 3.000 mL air yang disediakan, yang mencakup 43,33% dari total air. Sementara itu, metode manual menggunakan 1.440 mL atau 48% dari total air yang disediakan, menunjukkan bahwa sistem *smart farming* lebih efisien dalam penggunaan air sebesar 4,67%. Selain itu, sistem ini juga menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Tanaman yang disiram menggunakan sistem *smart farming* tumbuh sebesar 12,5% dalam 4 hari, sedangkan tanaman yang disiram secara manual tumbuh sebesar 11,25%. Meskipun keduanya menunjukkan pertumbuhan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, R., Ryansyah, E., Permana, A. Y., & Mufidah, R. (2024). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Logika *Fuzzy* Dengan Teknologi Internet of Things Berbasis Esp8266 Dan Aplikasi Blynk. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2), 862–868. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4007>
- Arieni, F. N., Halimah, D., & Audita, I. (2020). Implementasi Metode *Fuzzy* Sugeno Pada Penentuan Harga Emas 24 Karat pada Kota Medan. *Brahmana : Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, 1(2), 116–120. <https://doi.org/10.30645/brahmana.v1i2.27>
- Inggi, R., & Rizal. (2020). Perancangan Alat Pengontrol Ketinggian Air Dan Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Berbasis Arduino Pada Media Tanam Hidroponik. *Simkom*, 5(2), 28–34. <https://doi.org/10.51717/simkom.v5i2.49>
- Meidia Rianto, A., Khafidhoh, N., Airlangga, P., & Anshori Aris Widya, M. (2024). *Smart farming* Budidaya Cacing Tanah Berbasis Esp32 Yang Terintegrasi Dengan Website. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 4436–4443. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.9914>
- Mukhamad Alfian, D., Panji Sasmito, A., & Vendyansyah, N. (2021). Implementasi Logika *Fuzzy* Pada Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Berbasis Arduino. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 94–101. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3309>
- Octavianti, N. S., Rizky, M., Sulistiono, W. A., & Kusumantara, M. (2024). Design of Wheat Field Humidity Tracking Tools and Plantation Water Height Measuring, Based on Sensor. *Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas (SIBC)*, 17(1), 21–29.
- Palaha, F., Ermawati, E., Machdalena, M., & Arya, E. H. (2021). Analisa Traffic Data Esp8266 Pada Kontrol Dan Monitoring Daya Lisrik Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Nano. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 4(6), 480–489. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v4i6.3646>
- Pringsewu, U. A., Anyeler, D. E., Gunawan, M. F., & Rahmadani, A. (n.d.). Volume 6 Issue 2 Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering SWINDU (Smart farming dengan Wind Turbine) = Rancang Bangun Wind Turbine Sederhana berbasis ESP32 untuk Smart farming Deteksi Kelembapan Tanah pada Sayuran Pokcoy Aisyah Journal o. 6(2), 213–218.