

PERANCANGAN SISTEM UNTUK MEREKOMENDASIKAN TANAMAN PERTANIAN BERBASIS IOT

Jenni Cariyati Simanungkalit, Ahmad Haidar Mirza

Teknik Informatika, Universitas Bina Darma, Palembang
Jl. Jendral A. Yani No. 3 Palembang, Sumatera Selatan, Palembang
jennicariyati03062002@gmail.com

ABSTRAK

Iklim merupakan suatu kondisi cuaca pada suatu daerah. Dengan seringnya terjadi perubahan cuaca dapat mempengaruhi hasil dari pertanian, dikarenakan sebagian dari penghasilan warga Indonesia adalah pertanian sehingga pengaruh cuaca sangatlah penting. Permasalahan yang sering dijumpai saat bertani adalah dengan adanya ketidaksesuaian tanaman pertanian yang ditanam pada musim tertentu, sehingga diperlukan sistem rekomendasi tanaman berdasarkan musim untuk membantu petani dalam menentukan tanaman yang cocok untuk ditanam pada saat itu. Dengan adanya permasalahan tersebut sehingga peneliti bertujuan untuk merancang system yang dapat di gunakan petani agar dapat mengetahui tanaman apa yang sesuai dengan musim tertentu. System yang akan di rancang adalah sistem rekomendasi tanaman berdasarkan musim dimana untuk pengambilan keputusan untuk merekomendasikan tanaman diambil dari hasil *realtime* dengan menggunakan sensor DHT22 dan sensor BMP280 yang akan terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Metode yang digunakan adalah metode logika *fuzzy*. Output dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai suhu, kelembaban dan tekanan udara dari tempat tertentu sehingga dapat merekomendasikan tanaman sesuai dengan musim tertentu. Dari hasil pengujian yang di lakukan menunjukkan akurasi sistem sebesar 86,67%, dimana alat dan sistem ini diharapkan dapat membantu petani mengatasi permasalahan ketidakstabilan hasil panen akibat perubahan musim.

Kata kunci : Pertanian, Fuzzy, Website, Tanaman, IOT (Internet of Thinking)

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan faktor yang sangat penting bagi warga di Indonesia, karena sebagian penghasilan warga Indonesia adalah pertanian. Dalam pertanian pengaruh musim sangat penting, karena dengan ketidaksesuaian musim maka tanaman yang di tanam tidak akan tumbuh subur.

Sebagian petani di Indonesia masih tergantung dengan musim hujan untuk bercocok tanam. Hal ini menyebabkan produksi hasil pertanian tidak bias stabil setiap saat. Upaya yang dapat dilakuakn untuk mengatasi masalah tersebut dengan adanya ketidaksesuaian tanaman pertanian yang ditanam pada musim tertentu, sehingga dalam penelitian ini akan di buat sebuah sistem yang dapat membantu petani dalam memberikan rekomendasi jenis tanaman yang sesuai dengan musim tertentu.

Pada penelitian ini akan menggunakan alat mikrokontroler yang akan memudahkan petani untuk mengetahui cuaca pada saat itu. Nodemcu yang akan di pasangkan dengan beberapa sensor pendukung seperti sensor DHT22 dan sensor BMP280 kemudian akan di olah menggunakan metode logika fuzzy selanjutnya akan muncul prediksi musim kemudian merekomendasikan tanaman yang cocok untuk di tanam pada saat itu. Penggunaan sensor DHT di karenakan sensor ini dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembaban pada suatu waktu dan menggunakan sensor BMP karena dapat mengukur tekanan udara.

Pada penelitian ini akan membuat sistem yang dapat membantu petani agar dapat mengetahui tanaman apa yang cocok untuk ditanam pada cuaca saat itu. Pada penelitian ini berencana akan

menggunakan metode logika fuzzy yang mana sistemnya dapat diakses secara *realtime* dan untuk interfacenya menggunakan web server yang dapat di akses secara lokal, dan mikrokontroler yang di gunakan adalah NodeMCU ESP32 dan sensor yang digunakan adalah sensor DHT22 untuk pengukuran suhu dan kelembaban dan sensor BMP280 untuk mengukur tekanan udara.

Rumuskan masalah yang ada pada penelitian ini adalah ketidaksesuaian tanaman pertanian yang ditanam pada musim tertentu, sehingga diperlukan sistem rekomendasi tanaman berdasarkan musim untuk membantu petani dalam menentukan tanaman yang cocok ditanam pada saat itu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang di lakukan ini peneliti mengembangkan dari penelitian yang sebelumnya dimana pada penelitian sebelumnya sensor dan mikrokontroler yang di gunakan adalah NodeMCU ESP8266 dan sensor yang digunakan adalah DHT11 dan BMP180, sehingga pada penelitian ini di kembangkan dengan menggunakan sensor DHT22 dan BMP280 dan mikrokontroler yang di gunakan adalah ESP32 [1].

2.1. Internet of Think

Dalam era digital yang berkembang pesat sangan ini, banyak teknologi yang diciptakan untuk dapat mengontrol benda dengan jarak jauh, salah satunya adalah menggunakan teknologi IoT. *Internet of Things*, atau IoT, adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet dengan menghubungkan

berbagai perangkat secara terus menerus. IoT memungkinkan berbagi data dan kontrol jarak jauh, serta melibatkan benda hidup yang semuanya terhubung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang terintegrasi dan selalu aktif. Secara sederhana, IoT mengacu pada objek yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam infrastruktur berbasis internet [2].

IoT adalah sebuah konsep di mana konektivitas internet memungkinkan pertukaran informasi antar benda-benda di sekitarnya. Banyak yang memprediksi bahwa IoT akan menjadi "the next big thing" dalam dunia teknologi informasi karena terdapat banyak potensi yang dapat dikembangkan melalui teknologi ini [3].

2.2. Cuaca

Cuaca adalah unsur yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Ketika beraktivitas dan berpergian, kita akan selalu berharap agar cuaca cerah, sedangkan untuk menumbuhkan tanaman, kita berharap untuk turun hujan.

Pengidentifikasian cuaca adalah kegiatan mengamati kondisi udara yang mempengaruhi perubahan cuaca di wilayah tertentu. Setelah itu, dilakukan pengamatan dan pengolahan data secara menyeluruh hingga diperoleh hasil observasi cuaca di wilayah tersebut, seperti cerah, mendung, atau hujan [4].

2.3. BMP22

Pada saat ingin melakukan pengukuran dari suatu parameter seperti suhu, kelembaban dan tekanan udara banyak sensor yang dapat digunakan salah satunya adalah sensor BMP280. BMP280 adalah sensor tekanan atmosfer absolut yang ideal untuk aplikasi seluler. Dengan ukuran kecil dan konsumsi daya rendah, sensor ini cocok untuk perangkat bertenaga baterai seperti ponsel, modul GPS, atau jam tangan. BMP280 menggunakan teknologi sensor tekanan piezo-resistif dari Bosch, yang dikenal memiliki akurasi, linearitas, stabilitas jangka panjang, dan ketahanan EMC yang tinggi. Sensor ini menawarkan berbagai opsi pengoperasian, memberikan fleksibilitas maksimal, serta dioptimalkan untuk konsumsi daya, resolusi, dan kinerja filter [5].

2.4. DHT22

Saat ingin melakukan pengukuran untuk suhu dan kelembaban banyak sensor yang dapat digunakan seperti DHT11 dan DHT22. Sensor yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sensor DHT22. Sensor DHT22 adalah perangkat untuk mengukur suhu dan kelembaban, yang mengeluarkan sinyal digital setelah proses konversi dan perhitungan oleh MCU 8-bit yang terintegrasi. Sensor ini dapat beroperasi dengan satu daya antara 3,3V hingga 5V DC. Rentang pengukuran suhu sensor ini adalah dari -40°C hingga 80°C, sedangkan rentang pengukuran

kelembaban udaranya berkisar antara 0% hingga 100% [6].

2.5. ESP32

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip berupa IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu seperti menerima sinyal input, mengolahnya, kemudian memberikan sinyal output sesuai dengan program yang telah diisikan ke mikrokontroler tersebut.

Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, dimana ESP32 merupakan chip tunggal yang sudah terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth. Diproduksi oleh Espressif Systems dengan bantuan perusahaan semikonduktor TSMC menggunakan teknologi ultra-low power 40 nm, ESP32 dirancang untuk menawarkan penggunaan daya yang sangat rendah dan performa radio frekuensi (RF) yang tinggi. Chip ini dirancang untuk memberikan ketangguhan dan kekuatan, serta dapat digunakan dalam berbagai implementasi. Fitur unggulan ESP32 termasuk solusi untuk perangkat dengan konsumsi daya sangat rendah dan kemampuannya untuk digunakan dalam aplikasi Internet of Things (IoT) karena kemudahan integrasinya dengan modul eksternal lainnya [7].

2.6. BreadBoard

Project board atau disebut juga dengan Breadboard adalah platform sirkuit elektronik yang digunakan sebagai dasar untuk konstruksi dan prototyping rangkaian elektronik. Breadboard biasanya terdiri dari plat plastik dengan lubang-lubang kecil yang tersusun dalam bentuk grid. Lubang-lubang ini digunakan untuk menempatkan kaki-kaki komponen elektronik seperti resistor, transistor, Integrated Circuit (IC), dan lainnya. Selain itu, plat ini dilengkapi dengan saluran listrik internal yang menghubungkan beberapa lubang secara elektrik, memudahkan penyusunan dan perakitan rangkaian tanpa perlu menyolder [6].

2.7. Kabel Jumper

Untuk dapat menghubungkan komponen seperti sensor dan mikrokontroler yang digunakan membutuhkan kabel penghubung atau sering disebut dengan kabel jumper. Kabel jumper adalah kabel elektrik yang digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen di breadboard atau papan Arduino tanpa perlu menyolder. Biasanya, kabel jumper dilengkapi dengan pin di setiap ujungnya [8].

Kabel jumper umumnya digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya untuk memudahkan pengaturan rangkaian. Ujung kabel jumper dilengkapi dengan konektor jantan (male connector) dan konektor betina (female connector). Konektor betina berfungsi untuk menerima konektor male, sementara konektor jantan digunakan untuk dimasukkan ke dalam konektor female.

2.8. Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah metode yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dengan mendefinisikan nilai-nilai di antara keadaan konvensional seperti ya atau tidak, benar atau salah, dan hitam atau putih. Penalaran logika fuzzy memberikan cara untuk memahami kinerja sistem dengan menilai input dan output berdasarkan hasil pengamatan, serta menggambarkan kesimpulan yang pasti dari informasi yang ambigu dan tidak tepat [9].

2.9. Website

Menurut Rahmat, sebuah website merupakan kumpulan hyperlink yang memungkinkan pengguna untuk berpindah dari satu alamat ke alamat lainnya dengan menggunakan Bahasa HTML (Hypertext Markup Language) [10].

Website adalah serangkaian halaman yang menyajikan berbagai informasi dalam bentuk teks, gambar diam atau bergerak, animasi, suara, atau kombinasi dari semua itu. Halaman-halaman ini dapat berupa konten statis atau dinamis, yang terhubung satu sama lain dan membentuk suatu struktur yang saling terkait, dengan masing-masing terkoneksi melalui jaringan halaman [11].

2.10. Hypertext Preprocessor (PHP)

PHP adalah bahasa pemrograman server-side untuk pengembangan web yang bersifat open source. PHP adalah skrip yang terintegrasi dengan HTML dan dijalankan di server (server-side HTML embedded scripting). Skrip PHP digunakan untuk membuat halaman web dinamis, artinya halaman tersebut dibuat secara real-time saat diminta oleh klien. Proses ini memastikan bahwa informasi yang diterima oleh klien selalu terbaru dan up-to-date. Semua skrip PHP dieksekusi di server tempat skrip tersebut dijalankan [12].

2.11. HTML

HTML, singkatan dari Hyper Text Markup Language, adalah bahasa yang digunakan untuk membuat situs web atau halaman web. Setiap dokumen di web ditulis menggunakan format HTML. Semua format dokumen, termasuk hyperlink yang dapat diklik, gambar, dokumen, multimedia, dan formulir yang dapat diisi, didasarkan pada HTML [12].

2.12. CSS

CSS merupakan bahasa style sheet yang digunakan untuk mengatur tampilan dokumen agar terlihat lebih elegan dan bersih. CSS berfungsi untuk mendesain dan mempercantik tampilan situs web, serta memastikan bahwa website tampil menarik dan responsif.

2.13. Use Case Diagram

Use case diagram digunakan dalam proses identifikasi fungsi sistem (use case), interaksi

pengguna dengan sistem (actor), serta hubungan atau koneksi antara pengguna dengan fungsi sistem.

2.14. Activity Diagram

Diagram aktivitas digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja atau proses bisnis dalam sebuah sistem. Activity diagram, menggambarkan alur kerja atau aktivitas dalam suatu sistem, proses bisnis, atau menu perangkat lunak.

2.15. Class Diagram

Class diagram dalam Unified Modeling Language (UML) adalah jenis diagram struktur statis yang digunakan untuk menggambarkan struktur table dengan menampilkan kelas-kelas, atribut-atribut, operasi (atau metode), dan hubungan antara objek-objek.

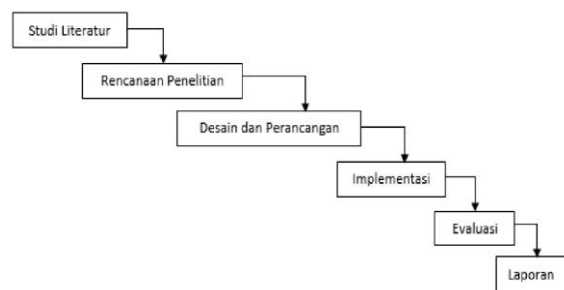
3. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan skripsi ini adalah metode *waterfall*. Pemilihan dalam menggunakan metode *waterfall* di karenakan memiliki tahapan yang sistematis dan berurutan.

3.1. Metode Pengembangan Aplikasi

Metode yang di gunakan untuk pengumpulan data adalah metode pengumpulan data sekunder, dimana data-data yang akan menjadi bahan untuk penelitian yang di peroleh langsung melalui data sensor secara *realtime*.

Peneliti juga menggunakan metode *waterfall* untuk pengembangan aplikasi. Metode *waterfall* atau di kenal juga dengan Metode air terjun sering dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*), dimana hal ini menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada pengembangan perangkat lunak, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan-tahapan perencanaan (*planning*), permodelan (*modeling*), konstruksi (*construction*), serta penyerahan system ke para pelanggan/pengguna (*deployment*), yang diakhiri dengan dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan [13].



Gambar 1. Bagan Metode Waterfall

Pada gambar diatas menampilkan serangkaian tahapan pengembangan dengan penjelasan mengenai tahapan metode *waterfall* yang digunakan pada penelitian, yaitu sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Pada tahapan studi literature ini berfungsi untuk mempelajari materi jurnal mengenai tentang teori iklim dan mempelajari komponen hardware yang dibutuhkan seperti Arduino, sensor DHT22, sensor BMP280, ESP32, kabel Jumper dan BreadBoard dan juga mempelajari tentang metode logika fuzzy.

b. Rencana Penelitian

Pada tahap ini, dipersiapkan kebutuhan hardware seperti NodeMCU, DHT22, BMP280, kabel jumper, dan breadboard. Selanjutnya, dibuat aplikasi web server yang mengimplementasikan aturan logika fuzzy.

c. Desain dan Perancangan

Pada tahap ini, dilakukan perancangan skema perangkat keras untuk sensor yang akan dihubungkan ke pin NodeMCU.

d. Implementasi

Dalam penelitian ini, implementasinya melibatkan perancangan hardware, di mana sensor yang digunakan adalah DHT22 dan BMP280 yang dihubungkan ke pin NodeMCU. Selanjutnya, NodeMCU akan terhubung ke web server dan digunakan untuk menerapkan aturan logika fuzzy.

e. Evaluasi

Dilakukan evaluasi terhadap sistem yaitu dengan cara melihat data yang diperoleh kemudian membandingkan kondisi cuaca yang sebenarnya lalu dihitung berapa persentase dari keberhasilan dari penelitian ini. diperoleh kemudian membandingkan kondisi cuaca yang sebenarnya lalu dihitung berapa persentase dari keberhasilan dari penelitian ini.

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Alat

- Perangkat Keras
 - a. Laptop dengan spesifikasi (SSD 512 GB, RAM 4 GB, 64 Bit, Processor AMD Athlon Silver 3050U with Radeon Graphics, Sistem Operasi Windows 11)
 - b. Sensor DHT22
 - c. Sensor BMP280
 - d. NodeMCU ESP32
 - e. BreadBoard
 - f. Kabel Jumper
- Perangkat Lunak
 - a. System Operasi Windows 11
 - b. Microsoft Office 2019
 - c. PHP (Bahasa Pemrograman)

b. Bahan

- Data sudah dan kelembaban yang di hasilkan dari webserver
- Jurnal dan sumber-sumber penelitian lainnya dari *internet*.

3.3. Perancangan Tampilan Website

Penelitian ini dilakukan di salat satu pertanian yang terdapat di Desa Sido Mulyo, Kecamatan Tungkal Jaya, Kabupaten Musi Banyuasi. Penelitian ini di lakukan mulai dari bulan April 2024 sampai Juli 2024, sedangkan untuk pengambilan data di mulai dari bulan Agustus 2024.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

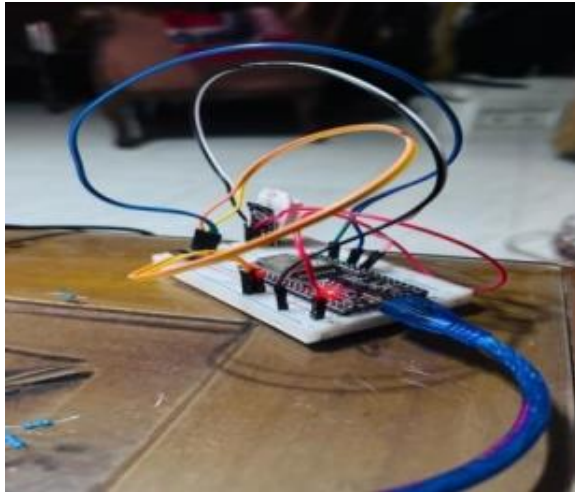
4.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada sistem rekomendasi tanaman pertanian berbasis IoT ini merupakan langkah penting dalam memastikan data yang akurat dan real-time dari lingkungan pertanian. Komponen utama yang digunakan meliputi berbagai sensor, mikrokontroler, dan alat bantu lainnya yang saling terintegrasi untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan tekanan udara.

Tabel 1. Komponen perangkat keras

No	Nama Komponen	Gambar	Keterangan
1	ESP 32		Mikrokontroler dengan fitur Wi-Fi dan Bluetooth untuk pengumpulan dan pengiriman data
2	DHT 22		Sensor untuk mengukur suhu dan kelembaban udara dengan akurasi tinggi
3	BMP 280		Sensor untuk mengukur tekanan udara dengan rentang pengukuran yang luas dan akurasi tinggi
4	Breadboard		Media untuk merangkai komponen tanpa perlu soldering
5	Jumper Wires		Kabel penghubung antara komponen sensor dan mikrokontroler

Berikut merupakan hasil dari perancangan dari perangkat keras yang sudah di buat:



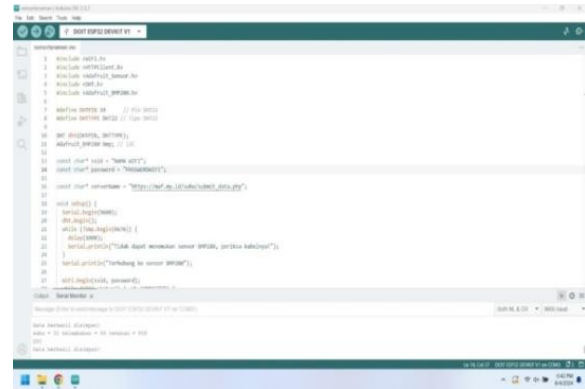
Gambar 2. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Sensor DHT22 dihubungkan ke Mikrokontroler ESP32 dengan konfigurasi berikut: pin VCC dari DHT22 terhubung ke pin 5V pada ESP32, pin GND terhubung ke pin GND pada ESP32, dan pin data terhubung ke GPIO 19 pada ESP32. Sementara itu, sensor BMP280 juga dihubungkan ke Mikrokontroler ESP32 dengan konfigurasi: pin VCC dari BMP280 terhubung ke pin 5V pada ESP32, pin GND terhubung ke pin GND pada ESP32, pin SCL terhubung ke GPIO 22 pada ESP32, dan pin SDA terhubung ke GPIO 21 pada ESP32. Koneksi ini memastikan bahwa kedua sensor dapat berfungsi dengan baik dan mengirimkan data yang akurat ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut.

4.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak untuk sistem rekomendasi tanaman pertanian berbasis IoT dilakukan menggunakan Arduino IDE 2.3.2. Arduino IDE dipilih karena kemudahannya dalam pengembangan dan kompatibilitasnya dengan Mikrokontroler ESP32 yang digunakan dalam proyek ini. Perangkat lunak ini bertanggung jawab untuk mengumpulkan data dari sensor, mengirimkan data ke server, dan mengelola logika pengambilan keputusan berdasarkan data yang dikumpulkan.

Perangkat lunak yang dikembangkan mencakup beberapa modul utama, yaitu modul pengumpulan data sensor, modul konektivitas Wi-Fi, dan modul komunikasi dengan server. Modul pengumpulan data sensor bertugas untuk membaca data dari sensor suhu dan kelembaban (DHT22) serta sensor tekanan udara (BMP280). Modul ini kemudian mengirimkan data yang dikumpulkan ke server melalui modul konektivitas Wi-Fi. Modul komunikasi dengan server menggunakan protokol HTTP untuk mengirimkan data secara periodik dan menerima respons dari server, yang kemudian akan digunakan untuk memberikan rekomendasi tanaman kepada petani.



Gambar 3. Perancangan Perangkat Lunak Dengan Arduino 2.3.2



Gambar 4. Proses Baca Koneksi Perangkat Keras

Setelah berhasil terkoneksi ke jaringan Wi-Fi, program pada Mikrokontroler ESP32 akan secara periodik membaca data dari sensor suhu dan kelembaban DHT22 serta sensor tekanan udara BMP280. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan ke server melalui protokol HTTP. Server tersebut merupakan sistem berbasis web yang telah dikonfigurasi untuk menerima data dari ESP32. Setiap kali data diterima oleh server, data tersebut akan disimpan dan diolah lebih lanjut untuk memberikan rekomendasi tanaman yang sesuai berdasarkan kondisi lingkungan yang terukur. Dengan demikian, sistem ini mampu menyediakan informasi real-time yang akurat untuk mendukung keputusan dalam praktik pertanian.

4.3. Pengujian Sensor DHT22 dan BMP280

Pengujian dilakukan dengan membaca data dari sensor dan mengirimkan data tersebut ke sistem berbasis web. Setiap data yang dikirimkan oleh ESP32 ditampilkan dalam antarmuka web yang dirancang untuk menerima dan menampilkan data secara real-time.

4.4. Pengujian Sistem Keseluruhan

Sistem Informasi Data Sensor dan Rekomendasi Tanaman

Data Nilai Sensor

No	Suhu	Kelembaban	Tekanan	Update Terakhir
1	29.0 °C	73 %	1008 hPa	Sabtu, 17/08/2024 07:56:19
2	33 °C	69 %	1004 hPa	Jumat, 09/08/2024 10:07:34
3	31 °C	67 %	1023 hPa	Jumat, 09/08/2024 10:00:34
4	29 °C	65 %	987 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:57:34
5	32 °C	76 %	1012 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:52:34
6	30 °C	80 %	1009 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:47:34
7	31 °C	65 %	1022 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:42:34
8	33 °C	59 %	990 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:37:34
9	30 °C	78 %	1006 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:32:34
10	32 °C	78 %	1011 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:27:34
11	29 °C	60 %	996 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:22:34
12	31 °C	71 %	1009 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:17:34
13	33 °C	64 %	1003 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:12:34
14	30 °C	66 %	1021 hPa	Jumat, 09/08/2024 09:07:34

Gambar 5. Output Data Kedalam Web

Rekomendasi Tanaman

No	Musim	Rekomendasi Tanaman	Update Terakhir
1	Musim Hujan	Kelapa	Sabtu, 17/08/2024 07:56:19
2	Musim Kemarau	Ubi Kayu	Jumat, 09/08/2024 10:07:34
3	Musim Hujan	Kelapa	Jumat, 09/08/2024 08:57:34
4	Musim Kemarau	Ubi Kayu	Kamris, 08/08/2024 10:07:34
5	Musim Hujan	Kelapa	Kamris, 08/08/2024 08:57:34
6	Musim Kemarau	Ubi Kayu	Rabu, 07/08/2024 10:07:34
7	Musim Hujan	Pisang	Rabu, 07/08/2024 08:57:34
8	Musim Kemarau	Ubi Kayu	Selasa, 06/08/2024 10:07:34
9	Musim Hujan	Pisang	Selasa, 06/08/2024 08:57:34
10	Musim Kemarau	Ubi Kayu	Senin, 05/08/2024 19:22:25

Gambar 6. Hasil Prediksi Rekomendasi Tanaman Pada Web

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	S (°C)	K (%)	TU (Hpa)	M	KMSI	H
1	29	85	1008.4	Hj	Hj	B
2	30	82	1009.34	Hj	Hj	B
3	32	76	1010.75	Hj	Hj	B
4	33	72	1011.75	Hj	Hj	B
5	29	84	1007.97	Hj	Hj	B
6	31	79	1010.1	Hj	Hj	B
7	33	69	1012.5	Hj	Hj	B
8	29	90	1006.15	Hj	Hj	B
9	32	77	1010.5	Hj	Hj	B
10	33	62	1014.25	K	K	B
11	31	75	1011	K	K	B
12	32	65	1013.5	K	K	B
13	30	85	1008.87	Hj	Hj	B
14	29	88	1008	Hj	Hj	B
15	31	72	1011.75	Hj	Hj	B
16	32	67	1013	K	K	B
17	33	60	1014.75	K	K	B
18	32	80	1009.94	Hj	Hj	B
19	30	77	1010.63	Hj	Hj	B
20	31	81	1009.68	Hj	Hj	B
21	33	71	1012	K	K	B
22	32	73	1011.5	Hj	Hj	B
23	30	83	1009.34	Hj	Hj	B
24	29	87	1007.65	Hj	Hj	B
25	33	66	1013.25	K	K	B
26	31	85	1008.87	Hj	Hj	B
27	32	60	1014.5	K	K	B
28	33	57	1015.5	K	K	S
29	30	77	1010.9	K	Hj	S
30	-	-	-	-	Hj	S

Pada Gambar 5 tersebut menunjukkan tampilan antarmuka sistem berbasis web yang menampilkan data sensor yang dikirim dari Mikrokontroler ESP32. Pada bagian atas, terdapat judul "Data Nilai Sensor" yang mencakup beberapa pengukuran terbaru dari sensor suhu (DHT22) dan sensor tekanan (BMP280). Setiap entri menampilkan suhu dalam derajat Celsius, kelembaban dalam persen, dan tekanan udara dalam hPa (hectopascal). Selain itu, juga terdapat timestamp yang menunjukkan kapan data tersebut terakhir kali diperbarui.

Berdasarkan Gambar 6 tersebut, sistem menunjukkan tabel rekomendasi tanaman yang dihasilkan melalui pengujian yang dilakukan setiap 2 jam sekali. Setiap kali pengujian dilakukan, sistem mengakses data lingkungan terbaru yang diukur setiap 5 menit sekali untuk menentukan tanaman yang paling cocok ditanam berdasarkan kondisi cuaca saat itu, seperti musim hujan atau kemarau. Hasil rekomendasi ini kemudian diperbarui di dalam tabel yang memuat informasi mengenai musim, rekomendasi tanaman, dan waktu terakhir kali data diperbarui. Sebagai contoh, pada tabel, tanaman kelapa direkomendasikan untuk musim hujan, sementara ubi kayu lebih cocok untuk musim kemarau. Pembaruan dilakukan secara berkala, memastikan bahwa informasi yang diberikan selalu akurat dan relevan dengan kondisi terkini.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sistem rekomendasi tanaman berdasarkan variabel suhu, kelembaban, dan tekanan udara yang diukur dalam berbagai kondisi cuaca. Data ini dianalisis menggunakan logika fuzzy untuk mengklasifikasikan musim sebagai musim hujan atau kemarau, dan untuk memberikan rekomendasi tanaman yang paling cocok ditanam. Hasil pengujian ini mengungkapkan bahwa perubahan kecil dalam suhu, kelembaban, dan tekanan udara dapat mempengaruhi klasifikasi musim dan, oleh karena itu, rekomendasi tanaman yang diberikan oleh sistem. Sistem ini menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik dengan memberikan rekomendasi yang sesuai berdasarkan kondisi cuaca yang teramati, memastikan bahwa tanaman yang direkomendasikan memiliki peluang terbaik untuk tumbuh dengan optimal sesuai dengan musim yang sedang berlangsung.

Dari 30 kali proses pengujian yang dilakukan, sistem menghasilkan 26 hasil yang benar (B) dan 4 hasil yang salah (S). Berikut penjelasannya:

Presentase Keakuratan:

$$\text{Akurasi} = 26/30 \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 0.8667 \text{ (86.67\%)}$$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem rekomendasi tanaman yang telah dikembangkan memiliki tingkat akurasi sebesar 86.67% atau 0.8667. Dari 30 kali pengujian, sistem berhasil memberikan 26 hasil yang benar dan hanya 4 hasil yang salah.

4.5. Hasil Pembahasan

Sistem yang dikembangkan menggunakan pendekatan logika fuzzy dengan metode Mamdani

untuk memberikan rekomendasi tanaman berdasarkan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan tekanan udara. Dalam logika fuzzy, aturan fuzzy berisi pernyataan-pernyataan yang berbentuk IF-THEN. Pernyataan ini membantu dalam mengidentifikasi kategori suhu, kelembaban, dan tekanan udara, yang kemudian digunakan untuk menentukan jenis tanaman yang cocok.

Teori Aturan Fuzzy

Dalam sistem ini, aturan fuzzy disusun berdasarkan klasifikasi yang telah ditentukan untuk suhu, kelembaban, dan tekanan udara. Klasifikasi ini meliputi:

1. Suhu:
 - a. Rendah : $< 20^{\circ}\text{C}$
 - b. Sedang : $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$
 - c. Tinggi : $> 30^{\circ}\text{C}$
2. Kelembaban:
 - a. Rendah : $< 60\%$
 - b. Sedang : $60\% - 80\%$
 - c. Tinggi : $> 80\%$
3. Tekanan Udara:
 - a. Rendah : $< 1000 \text{ hPa}$
 - b. Sedang : $1000 - 1020 \text{ hPa}$
 - c. Tinggi : $> 1020 \text{ hPa}$

Setiap kategori di atas menggambarkan rentang nilai yang tidak kaku, artinya nilai-nilai yang berada di sekitar batasan (misalnya 20°C untuk suhu atau 1000 hPa untuk tekanan udara) dapat memiliki derajat keanggotaan pada dua himpunan fuzzy sekaligus. Misalnya, suhu 25°C akan memiliki derajat keanggotaan dalam himpunan "**Suhu Sedang**" yang lebih tinggi dibandingkan dengan "**Suhu Tinggi**".

Aturan fuzzy dalam bentuk IF-THEN menyatakan bahwa jika kondisi-kondisi tertentu pada suhu, kelembaban, dan tekanan udara terpenuhi, maka sistem akan menghasilkan rekomendasi tertentu. Misalnya, aturan sederhana mungkin berbunyi:

"IF Suhu Sedang AND Kelembaban Tinggi AND Tekanan Sedang THEN Rekomendasikan Padi."

Dengan demikian, logika fuzzy memungkinkan sistem untuk memberikan output yang relevan meskipun input data tidak sepenuhnya berada dalam satu kategori tertentu.

Setelah mendefinisikan klasifikasi fuzzy untuk setiap variabel lingkungan, langkah berikutnya adalah merumuskan aturan fuzzy yang akan digunakan dalam sistem. Pada metode Mamdani, setiap aturan fuzzy akan dievaluasi berdasarkan input yang diterima, dan komposisi aturan akan dilakukan menggunakan metode Max.

4.6. Komposisi Aturan dengan Metode Max:

Dalam metode Mamdani, himpunan fuzzy yang diperoleh dari evaluasi aturan fuzzy akan digabungkan menggunakan metode Max. Ini berarti bahwa solusi himpunan fuzzy untuk setiap variabel input akan diambil dari nilai maksimum yang

diperoleh dari semua aturan yang relevan. Misalnya, jika dua aturan fuzzy memberikan rekomendasi yang sama tetapi dengan derajat keanggotaan yang berbeda, maka sistem akan memilih derajat keanggotaan tertinggi sebagai representasi akhir untuk himpunan fuzzy tersebut.

4.7. Operator OR dalam Komposisi:

Setelah nilai maksimum dari setiap aturan fuzzy diperoleh, hasil tersebut kemudian dikombinasikan menggunakan operator OR, yang berfungsi untuk menggabungkan nilai fuzzy menjadi output akhir yang lebih definitif. Dengan kata lain, output sistem akan dipengaruhi oleh kontribusi terbesar dari berbagai aturan fuzzy yang dievaluasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini menyajikan kesimpulan yang ditarik dari hasil Perancangan Sistem Untuk Merekomendasikan Tanaman Pertanian Berbasis IoT. Kesimpulan ini merangkum temuan utama yang diidentifikasi selama penelitian dan implementasi. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem rekomendasi tanaman berbasis musim yang dapat digunakan oleh petani untuk menentukan tanaman yang sesuai dengan kondisi cuaca. Metode logika fuzzy yang diterapkan mampu menganalisis data lingkungan dan memberikan rekomendasi tanaman yang optimal untuk ditanam. Sistem ini membantu mengatasi masalah ketidaksesuaian tanaman dengan musim, sehingga meningkatkan produktivitas dan hasil pertanian. Aplikasi sistem ini memberikan solusi praktis dan relevan bagi petani dalam menentukan tanaman yang tepat berdasarkan kondisi cuaca. Tingkat akurasi sebesar 86.67%, sistem rekomendasi tanaman berbasis logika fuzzy ini cukup efektif dalam memberikan rekomendasi yang tepat sesuai dengan kondisi lingkungan.

Saran ini untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi system di masa mendatang. Lakukan kalibrasi secara rutin pada sensor DHT22 dan BMP280 untuk mengurangi fluktuasi data dan meningkatkan akurasi pengukuran suhu, kelembaban, dan tekanan udara. Kembangkan dan sesuaikan algoritma rekomendasi untuk mempertimbangkan lebih banyak variabel lingkungan dan kebutuhan tanaman, serta gunakan data historis untuk meningkatkan akurasi saran tanaman. Lakukan uji coba lapangan lebih luas untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah dalam kondisi lingkungan yang berbeda, serta kumpulkan umpan balik dari pengguna untuk perbaikan sistem lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Yanuariadin, P. Kuswantoro, R. Kumalasari Niswatin, I. N. Farida, and K. Kunci, "Sistem Rekomendasi Tanaman Pertanian Berbasis IOT," *Sist. Rekom. Tanam. Pertan. Berbas. IOT*, pp. 219–224, 2020.
- [2] V. Rahmadhani and Widya Arum, "Literature Review Internet of Think (Iot): Sensor,

- Konektifitas Dan Qr Code,” *J. Manaj. Pendidik. Dan Ilmu Sos.*, vol. 3, no. 2, pp. 573–582, 2022, doi: 10.38035/jmpis.v3i2.1120.
- [3] G. Hergika, Siswanto, and S. S., “Perancangan Internet of Things (Iot) Sebagai Kontrol Infrastruktur Dan Peralatan Toll Pada Pt. Astra Infracore,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 86–98, 2021, doi: 10.30656/prosisko.v8i2.3862.
- [4] H. C. Haryanto and S. A. Prahara, “PERUBAHAN IKLIM , SIAPA YANG BERTANGGUNG JAWAB ?,” vol. 21, no. 2, pp. 50–61, 2019.
- [5] N. F. Sakhbana, A. Komarudin, and M. Luqman, “Klasifikasi Penentuan Kecocokan Jenis Tanaman Pada Lahan Berbasis Iot Menggunakan Neural Network,” *J. Multidisiplin Saintek*, vol. 01, no. 08, pp. 21–31, 2023.
- [6] M. A. Hudhoifah and D. I. Mulyana, “Implementasi Monitoring Suhu dan Kelembapan Kumbung jamur pada Budidaya Jamur Tiram dengan NodeMCU - ESP8266 di Desa Wirasana Purbalingga,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 472–480, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i2.1222.
- [7] P. T. PENS, “Modul 1 Pengenalan ESP32 Board,” *MK Internet Things*, vol. 6, pp. 1–16, 2019.
- [8] D. Tantowi and K. Yusuf, “Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino,” *J. ALGOR*, vol. 1, no. 2, pp. 9–15, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/article/view/302/209>
- [9] H. Fajri, “Implementasi Fuzzy Pada Sistem Pengidentifikasi Cuaca Di Tempat Wisata Berbasis Arduino Uno Dan Labview,” 2018.
- [10] I. Pramita, M. D. Irawan, and N. R. Nasution, “Rancang Bangun Landing Page Kepegawaian Dengan Menerapkan Framework Laravel Berbasis Website,” *J. IPTEK Bagi Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 72–84, 2023, doi: 10.55537/jibm.v3i2.732.
- [11] J. Kuswanto, “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Pada Mata Kuliah Rekayasa Perangkat Lunak,” *J. Ilm. Educ. Pendidik. dan Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 11–18, 2021, doi: 10.21107/educ.v8i1.10470.
- [12] E. K. Herlambang, “Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Website Pada Pondok Pesantren At-Tawazun,” *J. Chem. Inf. Model.*, pp. 7–19, 2020, [Online]. Available: <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/4226/>
- [13] A. Wicaksana and T. Rachman, “Analisis Resiko Pada Pengembangan Perangkat Lunak Yang Menggunakan Metode Waterfall dan Prototyping,” *Progr. Magister Tek. Inform. Univ. Amikom Yogyakarta*, vol. 3, no. 1, pp. 10–27, 2019, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>