

SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN SUHU RUANGAN DAN KELEMBABAN TANAH PADA TANAMAN VERTICAL FARMING

Rizki Maulana¹, Salwa Sayyidati Azkia², Shandy Muhammad Yusuf³, Revan Yasfi Supriatna⁴

Jurusan Informatika, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

Info Artikel

Sejarah artikel:

Diterima pada
Direvisi
Diterima

Kata kunci:

Vertical farming
Fuzzy
Suhu ruangan
Kelembaban tanah

ABSTRAK

Vertical farming adalah cara penanaman yang dilakukan pada bidang tegak lurus dengan tanah, yang dirancang untuk mengatasi masalah keterbatasan lahan. Faktor suhu dan kelembaban tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk memudahkan pengguna atau petani dalam mengendalikan suhu ruangan dan kelembaban tanah tanaman vertical farming. Sistem yang dibangun menggunakan sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah dfrobot soil moisture. Kedua data tersebut akan diolah oleh Node MCU ESP8266-12F WiFi Module dan dikirimkan ke WEB. Adapun metode untuk pengendaliannya menggunakan logika fuzzy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil menjaga suhu dan kelembaban tanah yang sesuai untuk tanaman berdasarkan aturan fuzzy yang telah ditentukan.

Penulis yang sesuai:

Rizki Maulana,
Jurusan Informatika Fakultas Sains & Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. AH Nasution No.105, Cibiru, Bandung, Indonesia. 40614
Email: rm.rizki.mauln@gmail.com

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian memiliki peran cukup penting dalam keberlangsungan hidup manusia. Pertanian merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pangan. Salah satu metode yang digunakan dalam pertanian adalah Vertical Farming. Tanaman vertical farming adalah tanaman yang dirancang pada bidang tegak lurus dengan tanah. Salah satu tujuan dari penanaman dengan metode ini adalah untuk mengatasi keterbatasan lahan [1]. Kelebihan dari vertical farming yaitu dapat membuat tanaman lebih tahan terhadap gangguan cuaca karena penempatannya yang diletakkan di dalam ruangan [2]. Tanaman yang biasa digunakan dalam vertical farming biasanya tanaman yang memiliki ukuran tidak terlalu besar [3]. Pada penelitian ini, tanaman yang digunakan adalah pakcoy.

Vertikal Farming yang dilakukan di dalam ruangan memiliki permasalahan. Permasalahan tersebut yaitu faktor suhu dan pemberian air yang kurang tepat dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Pada penelitian [4] menyebutkan bahwa permasalahan suhu lingkungan yang tidak sesuai dapat menghambat proses pertumbuhan tanaman pakcoy. Maka dari itu, pengendalian faktor tersebut menjadi tantangan utama dalam penelitian ini.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dikembangkan sebuah sistem vertical farming di dalam ruangan. Sistem ini dirancang untuk mengatur suhu dan kelembaban tanah secara

otomatis menggunakan mikrokontroler, sensor, dan aktuator. Sensor-sensor ini akan mengukur suhu ruangan dan kelembaban tanah. Dengan menggunakan logika fuzzy, aktuator kemudian akan digunakan untuk mengendalikan perangkat seperti pemanas, pendingin, dan penyiram.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana mengendalikan suhu optimal untuk tanaman pakcoy.
2. Bagaimana membuat kondisi kelembaban tanah agar memiliki kadar air yang sesuai untuk tanaman pakcoy.
3. Bagaimana agar data suhu dan kelembaban tanah dapat dipantau secara jarak jauh.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem untuk memantau serta mengendalikan suhu ruangan dan kelembaban tanah tanaman pakcoy pada vertical farming. Tujuan dari penelitian ini yaitu dapat memudahkan pengguna atau petani dalam mengendalikan suhu ruangan dan kelembaban tanah tanaman vertical farming.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu ruangan dan kelembaban tanah tanaman pada vertical farming ini adalah:

1. Studi Literatur
Metode studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari sumber referensi yang diantaranya melalui jurnal, artikel, maupun sumber lain terkait dengan vertical farming, pakcoy, internet of things (IoT), sensor suhu, dan sensor kelembaban tanah.
2. Proses Perancangan
Langkah berikutnya yaitu proses perancangan yang bertujuan untuk mendesain sistem. Perancangan tersebut diantaranya membuat diagram blok, gambar skematik, rangkaian keseluruhan, diagram alir, implementasi fuzzy mamdani dalam sistem dan gambar skematik.
3. Implementasi
Pada tahap ini, merealisasikan hasil rancangan sistem yang sudah dirancang pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini diperoleh sistem yang sudah bisa digunakan.
4. Pengujian
Tahap ini bertujuan untuk menguji secara modular antara sensor DHT11 dengan HTC-1, sensor dfrobot soil moisture dengan three-way meter, percobaan menampilkan data pada LCD dan web, serta percobaan keseluruhan sistem yang telah menggunakan metode fuzzy.
5. Analisis Data
Analisis yang dilakukan yaitu mengambil beberapa informasi dari penelitian ini. Data yang sudah diambil akan diolah agar mendapatkan kesimpulan dari sistem yang telah dibuat.

3. TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

State of the Art mencerminkan tingkat kemajuan terkini dalam suatu bidang. Ini dapat menciptakan siklus inovasi yang terus berkembang, dimana satu penemuan dapat memicu penelitian dan pengembangan terbaru. Pada penelitian [5] melakukan kegiatan bercocok tanam di lahan sempit secara vertical. Tetapi, penelitian ini tidak menggunakan sensor dan aktuator tertentu sehingga proses merawatnya dilakukan secara manual dan suhu lingkungannya bergantung pada

alam. Penelitian [6] membuat implementasi Iot pada vertical garden dengan metode fuzzy. Penelitian tersebut tidak dapat melakukan pemantauan pada tanaman. Pada penelitian [7] membuat sistem penunjang keputusan normalisasi pH dan tds pada vertical garden. Penelitian tersebut hanya menggunakan satu sensor suhu.

3.2 Metode Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy Mamdani adalah salah satu metode dalam sistem logika fuzzy yang digunakan untuk pengambilan keputusan berdasarkan aturan logika IF-THEN. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 dan sering digunakan untuk mengontrol sistem nonlinear yang kompleks, di mana pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan data yang bersifat kabur atau tidak pasti. Metode Fuzzy Mamdani bekerja dengan memetakan input ke output menggunakan proses inferensi logika fuzzy.

Contoh:

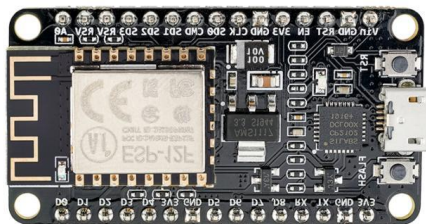
- IF suhu "dingin" AND kelembapan "tinggi" THEN kipas "pelan".
- IF suhu "panas" AND kelembapan "rendah" THEN kipas "cepat".

3.3 Tanaman Pakcoy

Pakcoy atau brassica rapa l merupakan salah satu jenis sayuran berdaun hijau dan termasuk tanaman yang tahan hujan. Budidaya tanaman pakcoy dapat dilakukan di dataran tinggi maupun dataran rendah. Suhu optimum untuk tanaman pakcoy berkisar 20°C - 25°C [8]. Pakar tanaman merekomendasikan penyetelan suhu di 25°C. Jika suhu terlalu tinggi, maka akan menyebabkan evapotranspirasi, yang artinya akar tanaman pakcoy akan menyerap air lebih banyak sehingga membuat tanaman menjadi layu. Air sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan pakcoy. Maka dari itu, kadar kelembapan tanah yang sesuai untuk tanaman pakcoy yaitu yang memiliki kelembapan tanah sebesar 50% - 70%.

3.4 Node MCU ESP8266-12F WiFi Module

NodeMCU ESP8266-12F ini merupakan modul mikrokontroler berbasis modul WiFi 12-F yang menggunakan chip ESP8266. Modul ini memungkinkan komunikasi nirkabel melalui protokol WiFi (IEEE 802.11 b/g/n) dan cocok untuk proyek Internet of Things (IoT). Dengan dukungan GPIO, UART, I2C, dan SPI, NodeMCU dapat diprogram menggunakan Arduino IDE atau Lua untuk mengontrol perangkat dan membaca sensor secara fleksibel.



Spesifikasi NodeMCU ESP8266-12F WiFi

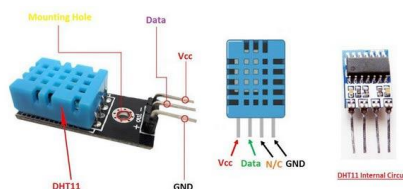
- Mikrokontroler: ESP8266EX
- Chip WiFi: Terintegrasi dengan protokol IEEE 802.11 b/g/n (WiFi).
- Clock Speed: Hingga 80 MHz (bisa di-overclock sampai 160 MHz).
- Memori Flash: 4 MB (SPI Flash Memory).
- SRAM: 160 KB (untuk data dan instruksi).
- GPIO (General Purpose Input/Output): 11 pin digital yang dapat digunakan.
- ADC: 1 channel dengan resolusi 10-bit (range 0-1V).
- PWM: Mendukung output PWM pada pin GPIO tertentu.

Fungsi Pin pada NodeMCU ESP8266-12F WiFi

Nama Pin	Fungsi
Vin (5V)	Pin input daya 5V. Power supply eksternal dapat dihubungkan ke sini.
3V3	Output tegangan 3.3V dari regulator internal NodeMCU (juga digunakan sebagai input 3.3V).
GND	Ground atau referensi tegangan.
RST	Reset pin. Jika pin ini dihubungkan ke LOW, modul akan melakukan reset.
EN	Pin enable (aktif HIGH). Digunakan untuk mengaktifkan atau mematikan mikrokontroler.
D0 - D8	Pin GPIO (General Purpose Input/Output). Dapat digunakan untuk input/output digital.
A0	Analog input dengan resolusi 10-bit (ADC). Input tegangan maksimal adalah 1V.
TX (D10)	Pin UART TX (Transmit) untuk komunikasi serial. Biasanya digunakan untuk debug data.
RX (D9)	Pin UART RX (Receive) untuk komunikasi serial.
SD2, SD3	Pin khusus untuk antarmuka SD Card dan SPI (jika diperlukan).
GPIO16 (D0)	Mendukung fitur khusus seperti Wakeup dari Deep Sleep.

3.5 Sensor DHT11

Sensor DHT terbuat dari dua bagian, sensor kelembaban kapasitif dan termistor. Pada DHT juga terdapat sebuah chip yang melakukan konversi analog ke digital dan mengeluarkan sinyal digital terkait suhu dan kelembaban. Sinyal digital ini cukup mudah dibaca menggunakan mikrokontroler apa pun [9].

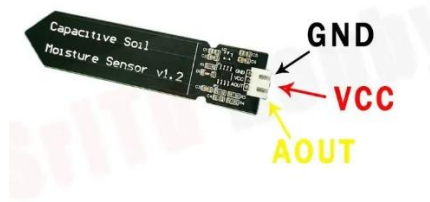


Penjelasan dari PIN pada sensor DHT11 dapat dilihat pada tabel

Urutan PIN	Fungsi
1	VCC 3,3V – 6V
2	Data
3	Null
4	GND – Ground

3.6 Sensor Dfrobot Soil Moisture

Sensor Dfrobot Soil Moisture berfungsi untuk mengukur nilai kelembaban tanah. Sensor ini memiliki 1 buah probe untuk melewatkan arus listrik. Untuk melakukan pengukuran kelembaban tanah, probe pada sensor ini dimasukkan ke dalam tanah. Ketika kondisi tanah semakin kering, output tegangan dari modul sensor ini akan menurun, sedangkan ketika kondisi tanah semakin basah, maka output tegangan dari sensor akan meningkat.

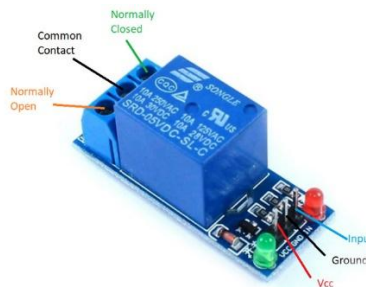


Penjelasan dari PIN pada sensor Soil Moisture dapat dilihat pada tabel

PIN	Definisi
VCC	3,3V – 5V
GND	Ground
A	Data sinyal analog

3.7 Relay

Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak switching dan dapat menggunakan arus kecil untuk mengalirkan arus tegangan tinggi. Relay pada dasarnya adalah sebuah saklar dengan kawat yang dililitkan pada batang besi (solenoid/magnet) di dekatnya. Ketika arus dialirkan melalui magnet, gaya magnet yang bekerja pada magnet menarik tuas dan menutup kontak saklar. Ketika arus dihentikan, gaya magnet dihilangkan, tuas kembali ke posisi semula, dan kontak saklar terbuka kembali. Fungsi relay adalah sebagai saklar, namun ketika diterapkan pada rangkaian elektronika, relay memberikan beberapa fungsi yang sangat unik seperti mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah dan menjalankan fungsi logika.



Penjelasan:

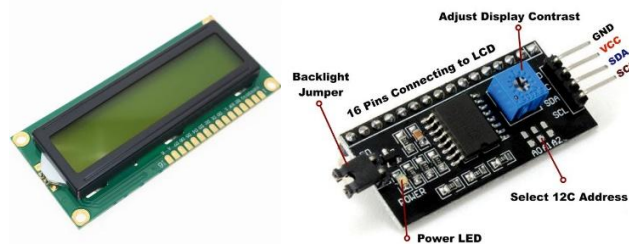
- **NO (Normally Open)**
Merupakan kontak yang terbuka dalam keadaan tidak ada arus yang mengalir. Ketika saklar atau relay diaktifkan, kontak NO tertutup dan mengizinkan aliran arus.
- **NC (Normally Closed)**
Merupakan kontak yang tertutup dalam keadaan tidak ada arus yang mengalir. Ketika saklar atau relay diaktifkan, kontak NC terbuka dan memutuskan aliran arus.
- **COM**
COM biasanya terhubung ke sumber daya atau muatan yang akan dikendalikan.

Penjelasan dari PIN pada relay dapat dilihat pada tabel

PIN	Definisi
VCC	3,3V – 5V
GND	Ground
In	Sinyal

3.8 LCD 16x2 dengan Modul I2C

LCD (liquid crystal display) 16x2 merupakan jenis media tampilan yang terbatas pada tampilan karakter. Alat ini dapat menampilkan hingga 32 karakter pada dua baris, dan 16 karakter pada setiap baris. LCD ini biasanya menggunakan 16 pin sebagai control. Tentu saja menggunakan 16 pin akan sangat boros. Oleh karena itu digunakan driver khusus yaitu modul I2C atau Inter-Integrated Circuit sehingga dapat mengontrol LCD. Dengan modul I2C, LCD 16x2 hanya membutuhkan dua pin untuk transmisi data dan dua pin untuk catu daya.

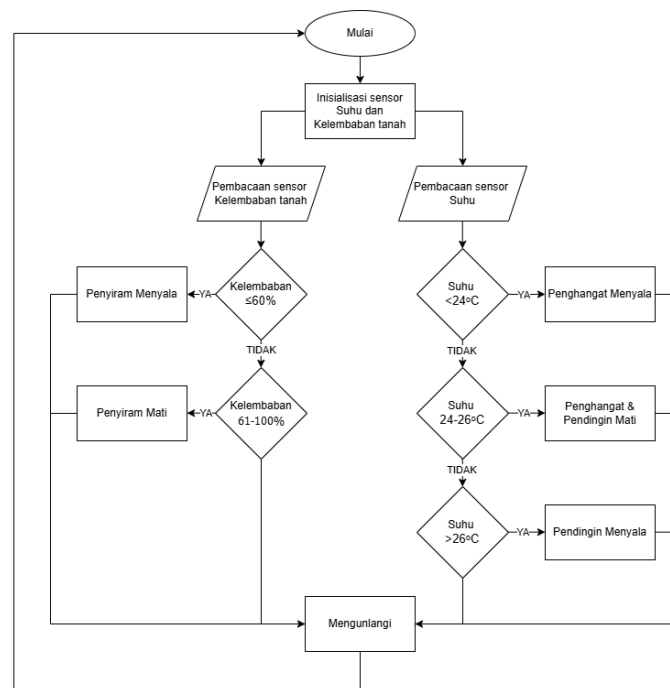


Penjelasan dari PIN pada LCD 12C dapat dilihat pada tabel

PIN	Definisi
VCC	5V
GND	Ground
SDA	Data
SCL	Data

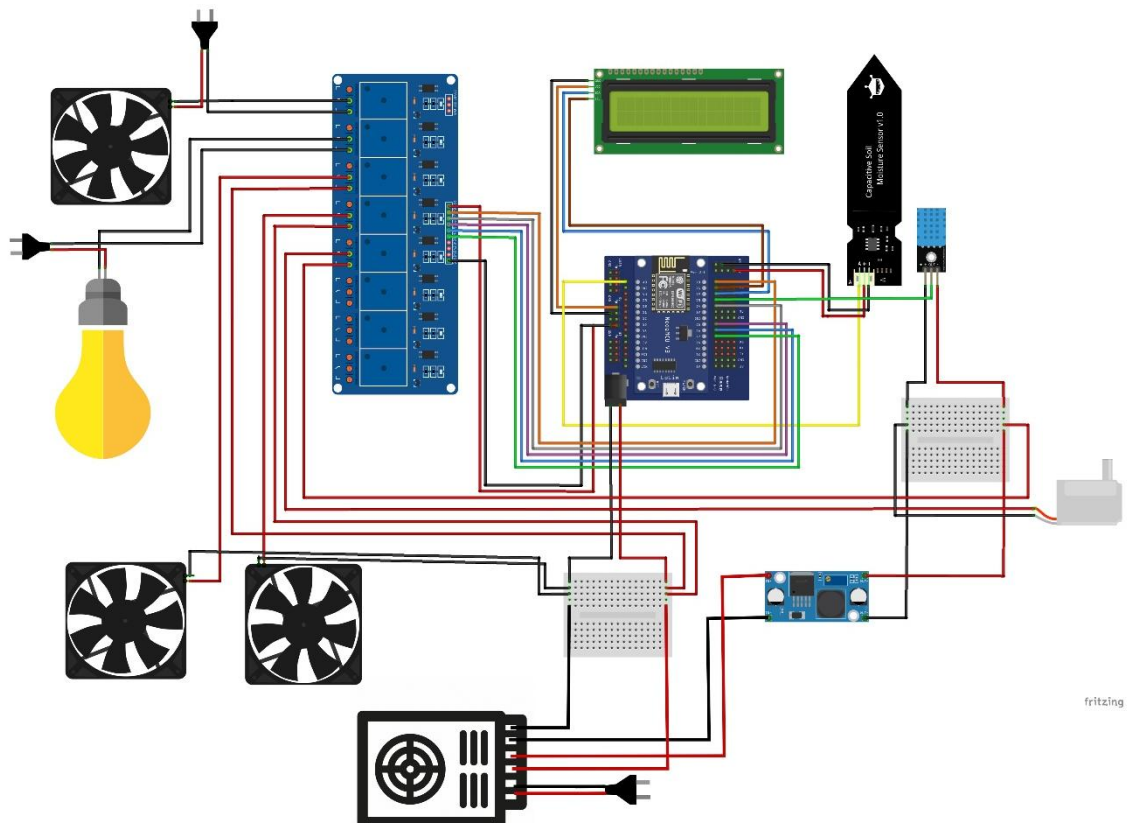
4. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

4.1 Flowchart



Flowchart di atas menggambarkan proses pengendalian otomatis suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor. Proses dimulai dengan inisialisasi sensor suhu dan kelembaban, diikuti oleh pembacaan data dari kedua sensor tersebut. Jika suhu terdeteksi dingin, penghangat akan menyala; jika suhu optimal, penghangat dan pendingin mati; dan jika suhu panas, hanya pendingin yang menyala. Selanjutnya, jika kelembaban tanah terdeteksi kering, sistem akan menyalakan penyiram, sementara jika tanah lembab, penyiraman akan dihentikan. Ruang atas dan ruang bawah diatur dengan aturan yang sama, sehingga sistem secara otomatis mengelola kondisi suhu dan kelembaban di kedua ruang untuk menjaga lingkungan dalam rentang yang optimal.

4.2 Skematik Rangkaian



Gambar tersebut memberikan gambaran tentang rangkaian yang menjadi inti dari sistem yang akan direalisasikan. Dalam rangkaian ini, setiap komponen dirancang untuk bekerja secara terintegrasi, dimulai dari tahap input, melalui proses pemrosesan data, hingga menghasilkan output yang diinginkan.

Pada tahap input, sistem menerima data atau sinyal yang berasal dari sensor, tombol, atau perangkat lainnya. Data yang diterima ini kemudian akan diteruskan ke tahap pemrosesan. Dalam tahap pemrosesan, komponen utama, seperti mikrokontroler atau prosesor, memainkan peran penting dalam mengolah data yang masuk sesuai dengan logika atau algoritma yang telah dirancang.

Setelah data diproses, hasilnya akan dikirimkan ke komponen output. Pada tahap ini, sistem memberikan respons berupa tampilan di layar, pergerakan motor, suara, atau bentuk lain yang sesuai dengan tujuan dari sistem tersebut. Semua komponen dalam rangkaian ini saling terhubung melalui jalur komunikasi seperti kabel atau protokol komunikasi tertentu, sehingga memastikan setiap tahap dapat berfungsi dengan baik dan sistem dapat bekerja secara keseluruhan.

Dengan desain seperti ini, tidak hanya memberikan pemahaman tentang struktur rangkaian, tetapi juga menekankan pentingnya hubungan antara setiap komponen untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan lancar dari awal hingga akhir.

4.3 Source Code Program

4.3.1 Source Code Node MCU ESP8266-12F WiFi Module

Berikut ini Merupakan Source Code Node MCU ESP8266-12F WiFi Module untuk mengatur semua logika pada Alat dan Sensor

```

Smart_Farming.ino      Smart_Farming.ino      Smart_Farming.ino
1 #include ESP8266.h    44 lcd.begin();    87 lcd.print("Kel Tanah: ");
2 #include <WiFi.h>      45 lcd.backlight();  88 lcd.print(kelembaban);
3 #include <HTTPClient.h>  46 connectWifi();    89 lcd.print(" ");
4 #include <WiFiClient.h>  47 }                90
5 #include <ESP8266WiFi.h>  48 void connectWifi() {  91 digitalWrite(RELAY_LAMPU_TANAMAN, HIGH); // Nyalakan Lampu Tanaman
6 #include <ESP8266HTTPClient.h>  49 WiFi.mode(WIFI_OFF);  92
7 #include <WiFiClient.h>  50 WiFi.mode(WIFI_STA);  93 if (suhu < 24) {
8 #include <WiFiClient.h>  51 delay(1000);        94 digitalWrite(RELAY_KIPAS_PENGGANGAT, HIGH); //Nyalakan Penghangat
9 #include <WiFiClient.h>  52 WiFi.mode(WIFI_STA);  95 digitalWrite(RELAY_KIPAS_SATU, LOW); //Matikan Pendingin 1
10 #include <WiFiClient.h>  53 WiFi.begin(ssid, password);  96 digitalWrite(RELAY_KIPAS_DUA, LOW); //Matikan Pendingin 2
11 #include <WiFiClient.h>  54 Serial.println("");  97 }
12 const char *ssid = "Poco R3";  55 Serial.println("");  98 if (suhu >= 24) {
13 const char *password = "shandy";  56 Serial.println("Connecting");  99 digitalWrite(RELAY_KIPAS_PENGGANGAT, LOW); //Matikan Penghangat
14 #include <DHT.h>          57 while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  100 digitalWrite(RELAY_KIPAS_SATU, LOW); //Matikan Pendingin 1
15 #include <DHT.h>          58 delay(1000);        101 digitalWrite(RELAY_KIPAS_DUA, LOW); //Matikan Pendingin 2
16 #include <LiquidCrystal_I2C.h>  59 Serial.print("-");  102 }
17 #define DHTPIN D3        60 Serial.println("");  103 if (suhu > 26) {
18 #define DHTTYPE DHT11     61 Serial.println("Connected to ");  104 digitalWrite(RELAY_KIPAS_PENGGANGAT, LOW); //Matikan Penghangat
19 #define DHTTYPE DHT11     62 Serial.print(ssid);  105 digitalWrite(RELAY_KIPAS_SATU, HIGH); //Nyalakan Pendingin 1
20 #define DHTTYPE DHT11     63 Serial.print("IP address: ");  106 digitalWrite(RELAY_KIPAS_DUA, HIGH); //Nyalakan Pendingin 2
21 #define DHTTYPE DHT11     64 Serial.println("");  107 }
22 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);  65 Serial.print("Connected to ");  108 if (kelembaban <= 60) {
23 #include <LiquidCrystal_I2C.h>  66 Serial.println(ssid);  109 digitalWrite(RELAY_SIRAM, HIGH); //Nyalakan penyiram Selama 15 Detik
24 #define LCD_I2C_ADDR 0x27  67 Serial.print("IP address: ");  110 delay(15000);
25 #define LCD_I2C_ADDR 0x27  68 Serial.println(WiFi.localIP());  111 digitalWrite(RELAY_SIRAM, LOW);
26 #define RELAY_KIPAS_PENGGANGAT D0  69 }  112 } else {
27 #define RELAY_LAMPU_TANAMAN D4  70 }  113 digitalWrite(RELAY_SIRAM, LOW);
28 #define RELAY_KIPAS_SATU D5  71 void loop() {  114 }
29 #define RELAY_KIPAS_DUA D6  72 int suhu = dht.readTemperature(); // Membaca kondisi suhu  115
30 #define RELAY_SIRAM D7      73 lcd.clear();  116 HTTPClient http; //Declare object of class HTTPClient
31 #include <LiquidCrystal_I2C.h>  74 lcd.setCursor(0, 0);  117 String postData = "suhu=" + String(suhu) + "&kelembaban=" + String(kelembaban);
32 void setup() {  75 //Memanggilkan suhu di LCD  118 http.begin(WiFiClient, "http://192.168.20.171/database/insert.php");
33 Serial.begin(115200);  76 lcd.setCursor(0, 0);  119 http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");
34 //ss.begin(115200);  77 lcd.print("Suhu: ");  120 int httpCode = http.POST(postData); //Send the request
35 //ss.begin(115200);  78 lcd.print("Suhu: ");  121 String payload = http.getString(); //Get the response payload
36 pinMode(RELAY_KIPAS_PENGGANGAT, OUTPUT);  79 lcd.print("C");  122 Serial.println(httpCode); //Print HTTP return code
37 pinMode(RELAY_LAMPU_TANAMAN, OUTPUT);  80 Serial.println(suhu);  123 Serial.println(payload); //Print request response payload
38 pinMode(RELAY_KIPAS_SATU, OUTPUT);  81 int kelembabanTanah = analogRead(A0);  124 http.end();
39 pinMode(RELAY_KIPAS_DUA, OUTPUT);  82 int kelembaban = map(kelembabanTanah, 0, 1023, 100, 0);  125 delay(30000);
40 pinMode(RELAY_SIRAM, OUTPUT);  83 //Memanggilkan Kelembaban Tanah Pada LCD  126 }
41 #define DHTPIN D3        84 lcd.setCursor(0, 1);  127
42 #define DHTTYPE DHT11     85 }  128
43 #define DHTTYPE DHT11     86 }  129

```

4.4 Implementasi Fuzzy Mamdani

Implementasi Fuzzy Mamdani pada pengendalian suhu sebagai berikut:

Aturan	Suhu	Kategori	Tindakan
1	<24°C	Dingin	Nyalakan penghangat (heaterOn)
2	24-26°C	Optimal	Matikan penghangat dan pendingin (bothOff)
3	>26°C	Panas	Nyalakan pendingin (coolerOn)

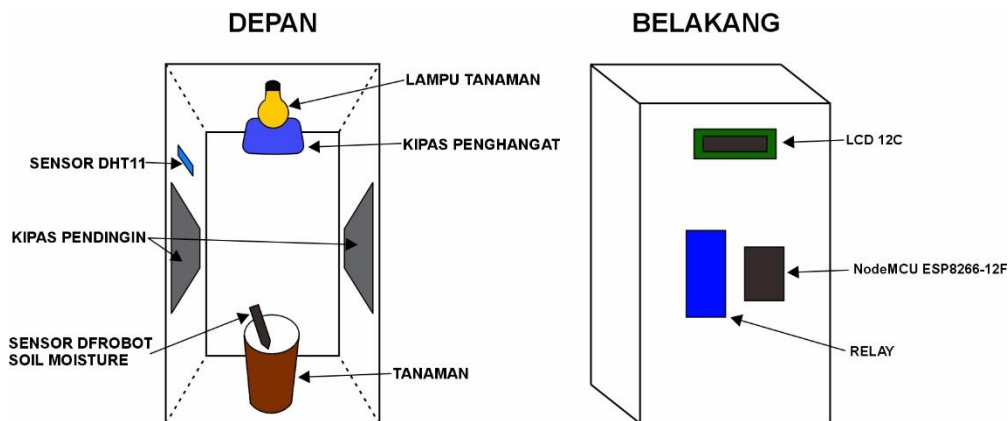
Implementasi Fuzzy Mamdani pada pengendalian kelembaban tanah sebagai berikut:

Aturan	Suhu	Kategori	Tindakan
3	≤60%	Kering	Nyalakan penyiram (waterOn)
4	61-100%	Lembab	Matikan penyiram (waterOff)

Dari kedua tabel aturan fuzzy, maka dapat dijabarkan aturan fuzzy sebagai berikut:

1. IF suhu dingin, THEN tindakan nyalakan penghangat.
2. IF suhu optimal, THEN tindakan matikan penghangat dan pendingin.
3. IF suhu panas, THEN tindakan nyalakan pendingin.
4. IF kelembaban kering, THEN tindakan aktifkan penyiram.
5. IF kelembaban lembab, THEN tindakan matikan penyiram.

4.5 Rangkaian Mekanik



Rangkaian mekanik menunjukkan sistem pertanian vertikal untuk tanaman pakcoy dengan berbagai perangkat untuk mengontrol kondisi lingkungan. Di dalam ruangan memiliki penghangat dan kipas untuk menjaga suhu dan sirkulasi udara, serta lampu tanaman untuk memberikan cahaya buatan yang diperlukan. Sensor DHT11 mengukur suhu, sementara sensor dfrobot soil moisture memantau kelembaban tanah. Di luar ruangan terdapat LCD 12C 16x2, Node MCU ESP8266-12F WiFi Module serta relay yang terletak di belakang. Semua perangkat ini bekerja bersama untuk menciptakan lingkungan yang optimal bagi tanaman pakcoy secara otomatis.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Percobaan Menampilkan Data ke LCD dan WEB

Percobaan menampilkan data ke LCD dan WEB dilakukan untuk mengetahui apakah data yang ditampilkan sesuai atau tidak. Dalam percobaan ini, data dikirimkan dari sensor DHT11 dan Dfrobot Soil Moisture ke layar LCD dan platform WEB. Setiap data yang ditampilkan di kedua media tersebut dibandingkan untuk memastikan menampilkan data yang serupa. Dengan demikian, percobaan ini penting untuk memastikan bahwa data yang ditampilkan baik di LCD maupun di WEB adalah data yang valid dan dapat diandalkan.

No	Data ditampilkan pada				Status
	LCD		WEB		
	DHT11 (°C)	Dfrobot soil Moisture (%)	DHT11 (°C)	Dfrobot soil Moisture (%)	
1	28	70	28	70	Sesuai
2	27	70	27	70	Sesuai
3	26	70	26	70	Sesuai
4	25	71	25	71	Sesuai
5	25	70	25	70	Sesuai
6	25	70	25	70	Sesuai

7	25	70	25	70	Sesuai
8	25	70	25	70	Sesuai
9	25	70	25	70	Sesuai
10	25	70	25	70	Sesuai

Data yang ditampilkan pada tabel baik LCD maupun WEB menunjukkan data yang sama nilainya dengan status setiap percobaan "Sesuai". Ini menandakan bahwa hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD dan WEB dapat ditampilkan dengan baik. Berikut ini gambar tampilan suhu dan kelembaban tanah pada Web:

Data Sensor yang Tersimpan dalam Database

[Reset Tabel](#)

No.	Suhu	Kelembaban Tanah	Waktu
1	28	70	2024-12-17 19:57:14
2	27	70	2024-12-17 19:57:47
3	26	70	2024-12-17 19:58:17
4	25	71	2024-12-17 19:58:50
5	25	70	2024-12-17 19:59:20
6	25	70	2024-12-17 19:59:51
7	25	70	2024-12-17 20:00:21
8	25	70	2024-12-17 20:00:54
9	25	70	2024-12-17 20:01:27
10	25	70	2024-12-17 20:01:57

Berikut ini gambar tampilan suhu dan kelembaban tanah pada LCD:



5.2 Percobaan Keseluruhan Sistem dengan Aturan Fuzzy

Percobaan keseluruhan sistem dengan aturan *fuzzy* bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem *fuzzy* dalam berbagai kondisi input yang berbeda guna memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan harapan. Proses ini melibatkan pengujian sistem dengan kombinasi input nilai yang berbeda-beda berdasarkan pembacaan sensor. Dengan menganalisis bagaimana sistem *fuzzy* memproses input dan menghasilkan output, dapat dinilai apakah keluarannya sesuai dengan aturan *fuzzy* yang telah ditentukan. Percobaan ini penting untuk memperbaiki kekurangan dalam sistem.

Tabel Percobaan Pengendalian Suhu Sistem dengan Aturan Fuzzy:

No	Suhu (°C)	Variabel Fuzzy	Rentang (°C)	Penghangat	Pendingin
----	-----------	----------------	--------------	------------	-----------

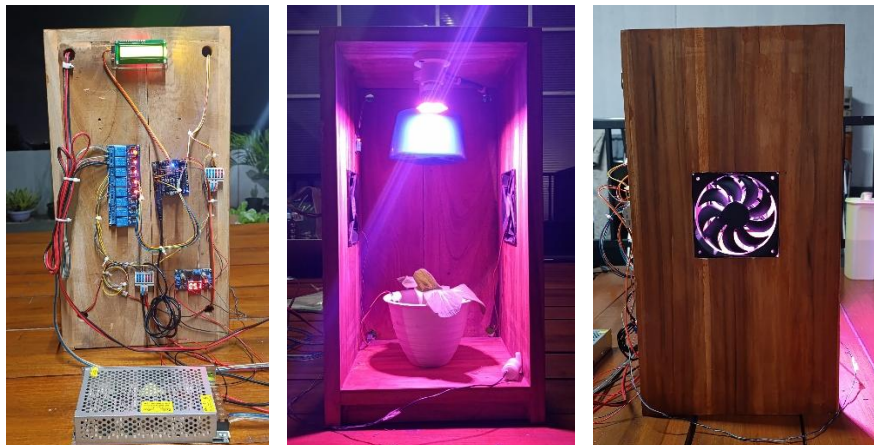
1	25	Optimal	24 - 26	Mati	Mati
2	24	Optimal	24 - 26	Mati	Mati
3	28	Panas	26 - 40	Mati	Nyala
4	23	Dingin	0 - 24	Nyala	Mati
7	27	Panas	26 - 40	Mati	Nyala

Tabel Pengendalian Kelembaban Tanah Sistem dengan Aturan Fuzzy

No	Kelembaban Tanah (%)	Variabel Fuzzy	Rentang (%)	Penyiram
1	70	Lembab	61 - 100	Mati
2	64	Lembab	61 - 100	Mati
5	58	Kering	0 - 60	Nyala
6	48	Kering	0 - 60	Nyala
7	74	Lembab	61 - 100	Mati

Berdasarkan hasil ini, metode *fuzzy* berhasil diterapkan untuk mengendalikan suhu dan kelembaban tanah secara otomatis sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Hal ini menunjukkan respon yang tepat dari perangkat pemanas, pendingin, dan penyiram berdasarkan aturan fuzzy yang telah ditentukan.

5.3 Hasil Bentuk Alat



Hasil akhir dari sistem yang telah dibuat berdasarkan rancangan skematik. Sistem yang dibuat menempatkan beberapa komponen pada tempat yang berbeda. NodeMCU ESP8266-12F dan modul relay 8 channel diletakkan di bagian belakang sistem untuk mengontrol semua perangkat elektronik. LCD I2C 16x2 diposisikan di bagian belakang bagian atas untuk memudahkan melakukan pemantauan. Di bagian dalam, sensor DHT11 ditempatkan di dinding sebelah kiri untuk mengukur suhu, sedangkan sensor kelembaban tanah terletak di media tanam untuk mengukur kelembaban tanah. Lampu tanaman dipasang di atas pot tanaman pakcoy untuk memberikan cahaya tambahan. Pemanas ditempatkan di atas dan pendingin ditempatkan di sebelah kiri dan kanan.

6. KESIMPULAN

Hasil pengendalian suhu ruangan dan kelembaban tanah tanaman vertical farming dengan menggunakan sistem aturan fuzzy menunjukkan bahwa metode ini mampu mengatur perangkat keras secara otomatis. Pada pengendalian suhu, sistem dapat mengaktifkan atau menonaktifkan pemanas dan pendingin berdasarkan kategori suhu "Dingin", "Optimal", dan "Panas" sehingga menjaga suhu tetap

dalam batas yang optimal. Begitu pula dalam pengendalian kelembaban tanah, sistem penyiraman diaktifkan saat tanah berada dalam kondisi "Kering" dan dinonaktifkan saat tanah "Lembab" Hal ini memastikan tanaman mendapatkan kelembaban yang sesuai. Hasil ini menunjukkan bahwa metode fuzzy berhasil diterapkan, sehingga memberikan respon yang tepat terhadap kondisi lingkungan yang terdeteksi oleh sensor, dan mendukung otomatisasi dalam mengaktifkan penghangat, pendingin, dan penyiram.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, dengan rasa syukur yang mendalam, kami ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada Bapak Undang Syaripudin M.Kom selaku dosen pengampu mata pelajaran Teori Bahasa Automata dan semua rekan-rekan atas dedikasi dan kerja keras dalam diri untuk menyusun artikel ini.. Semoga artikel ini dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Terima kasih atas segala dukungan dan bimbingannya.

REFERENSI

- [1] R. Sukmawati, "Pengembangan metode pertanian vertikal untuk meningkatkan produksi dalam keterbatasan lahan," J. Literasi Indones., vol. 1, no. 2, pp. 51–60, 2024.
- [2] C. Natalie dan M. Halim, "Perancangan pertanian vertikal yang terintegrasi Untuk mengatasi masalah pangan masa depan," J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit., vol. 4, no. 1, p. 503, 2022, doi: 10.24912/stupa.v4i1.16854.
- [3] S. Tandy dan Y. M. Dianta, "Monitoring sistem pertanian vertical farming menggunakan IoT," J. Inform. dan Sist. Inf., vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.37715/juisi.v9i1.4314.
- [4] S. Praptodiyono, S. T. Kusuma, B. G. Pratama, dan K. Umam, "Implementasi sistem monitoring kendali pada tanaman hidroponik pakcoy berbasis internet of things," J. Pengabd. Pada Masy., vol. 9, no. 1, pp. 266–277, 2023, doi: 10.30653/jppm.v9i1.631.
- [5] S. L. Jasmine, S. Huda, dan N. H. I. Fitriana, "Budidaya sayuran melalui sistem vertikultur sebagai solusi untuk pemanfaatan lahan sempit di kelurahan Medokan Ayu kota Surabaya," J. Teknol. Pangan dan Ilmu Pertan., vol. 1, no. 2, pp. 01–09, 2023, [Online]. Available: <https://journal.widyakarya.ac.id/index.php/jtpip-widyakarya/article/view/739>
- [6] W. Kurniawan, S. A. Wibowo, dan D. Rudhistiar, "Implementasi Iot pada vertical garden dengan menggunakan fuzzy untuk memelihara tanaman kangkung," JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 5, no. 2, pp. 800–805, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3775.
- [7] A. P. Baharsyah dan M. I. Suriansyah, "Sistem penunjang keputusan normalisasi ph dan tds pada vertical garden tanaman kangkung dengan menggunakan fuzzy logic mamdani berbasis internet of things," Dike J. Ilmu Multidisiplin, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, 2024.
- [8] C. N. Harsela, E. Sumarni, dan K. Wijaya, "Pertumbuhan pakcoy (brassica rapa l) yang ditanam dengan floating hydroponics system dan non hidroponik," J. Pertan. Indones., vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2020.
- [9] M. F. Wicaksono, "Aplikasi arduino dan sensor", Bandung, Indonesia: Informatika, 2017.
- [10] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, dan H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," J. Fis. dan Apl., vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.