

# Desain dan Implementasi Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban di Greenhouse dengan Pendekatan Fuzzy

<sup>1)</sup> **Luh Putu Ary Sri Tjahyanti**

Universitas Panji Sakti, Singaraja, Bali, Indonesia

E-Mail: [ary.tjahyanti@unipas.ac.id](mailto:ary.tjahyanti@unipas.ac.id)

<sup>2)</sup> **Putu Aditya Pratama**

Universitas Panji Sakti, Singaraja, Bali, Indonesia

E-Mail: [aditya@unipas.ac.id](mailto:aditya@unipas.ac.id)

<sup>3)</sup> **Putu Shantiawan Prabawa**

Universitas Panji Sakti, Singaraja, Bali, Indonesia

E-Mail: [putushantiawan@gmail.com](mailto:putushantiawan@gmail.com)

<sup>4)</sup> **Made Santo Gitakarma**

Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia

E-Mail: [santo@undiksha.ac.id](mailto:santo@undiksha.ac.id)

## ABSTRACT

This research aims to develop an automatic control system for temperature and humidity in a greenhouse using the NodeMCU ESP 8266 microcontroller in the context of Smart Farming. Optimal greenhouse environmental control is crucial for increasing crop productivity. The system collects temperature and humidity data from sensors, with control using Fuzzy logic rules designed in Matlab. Test results show that the NodeMCU functions well at an average voltage of 4.7 V. The soil moisture sensor provides readings corresponding to soil conditions: dry (12%-14%), wet (66%-71%), and after watering (39%-42%). The DHT11 sensor recorded an average temperature of 33°C and air humidity of 55%. This system provides an automatic solution responsive to environmental changes, creating optimal conditions for plant growth, while improving efficiency and productivity in modern agriculture. This research contributes to the development of sustainable smart farming.

**Keyword :** Greenhouse, Smart Farming, Internet of Things, Logika Fuzzy

## PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, yang berarti sangat bergantung pada sektor pertanian sebagai salah satu sumber utama mata pencaharian. Pertanian menjadi salah satu sektor yang mendominasi di negara ini, terutama dalam menyediakan pendapatan bagi masyarakat. [1] Hal ini dikarenakan mayoritas penduduk Indonesia bekerja sebagai petani.

*Smart Farming* adalah sistem pertanian modern yang memanfaatkan teknologi terkini untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian secara optimal. Tujuan utama dari sistem ini adalah mengelola dan memprediksi hasil panen, serta mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi oleh para petani [2].

*Greenhouse* atau rumah kaca telah menjadi bagian penting dari pertanian modern karena memungkinkan kontrol lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan tanaman sepanjang tahun. [3] *Greenhouse* adalah struktur bangunan yang digunakan untuk menanam tanaman dengan mengatur beberapa faktor pertumbuhan dan perkembangan tanaman. *Greenhouse* berperan sebagai tempat perlindungan tanaman dari curah hujan yang berlebihan dan paparan sinar matahari langsung. Namun, ada kendala

yang muncul di mana pengguna *greenhouse* tidak dapat secara terus-menerus memantau kondisi tanaman dan harus berada di lokasi secara fisik. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem berbasis internet untuk memonitor kondisi di dalam *greenhouse* sehingga pengguna dapat memberikan perawatan yang cepat dan tepat kepada tanaman.

Suhu dan kelembaban merupakan dua parameter kunci yang mempengaruhi proses fisiologis tanaman, termasuk fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Pengendalian yang tidak optimal terhadap kedua parameter ini dapat mengakibatkan stres pada tanaman, penurunan kualitas hasil, serta peningkatan risiko penyakit tanaman.

Dalam praktiknya, pengendalian suhu dan kelembaban di *greenhouse* sering kali menghadapi tantangan yang signifikan. Variasi kondisi cuaca, fluktuasi beban tanaman, serta kompleksitas interaksi antara suhu dan kelembaban membuat pengendalian manual atau menggunakan sistem kontrol konvensional menjadi kurang efektif. Sistem kontrol konvensional umumnya tidak mampu menangani ketidakpastian dan variabilitas yang sering terjadi dalam lingkungan *greenhouse*.

*Internet of Things* (IoT) adalah suatu jaringan yang terdiri dari objek fisik atau entitas "sesuatu," yang ditanamkan dengan elektronik, perangkat lunak, sensor, dan kemampuan koneksi untuk memfasilitasi pertukaran data. Tujuannya adalah untuk mencapai nilai dan layanan yang lebih besar melalui pertukaran data dengan produsen, operator, atau perangkat lain yang terhubung. Setiap objek atau entitas dalam IoT dapat diidentifikasi secara unik melalui sistem komputasi yang tertanam dan dapat beroperasi dalam infrastruktur Internet [4].

*Fuzzy* didefinisikan sebagai sesuatu yang *blurred* (samar atau kabur), *indistinct* (tidak jelas), *confused* (membingungkan) [5]. Istilah sistem *Fuzzy* tidak mengacu kepada suatu sistem yang samar atau tidak jelas cara kerja, definisi atau deskripsinya. Sebaliknya, sistem *Fuzzy* merupakan sebuah sistem yang dibangun dengan cara kerja, definisi dan deskripsi yang jelas berdasarkan teori *Fuzzy Logic* atau Logika *Fuzzy* [6]. Artinya, meskipun suatu keadaan yang ingin direpresentasikan menggunakan sistem *Fuzzy* adalah bersifat samar, sistem *Fuzzy* tersebut mempunyai deskripsi dan pengertian cara kerja yang jelas berdasarkan pada teori Logika *Fuzzy*. Logika *fuzzy* memungkinkan pembuatan aturan-aturan pengendalian berdasarkan pengetahuan dan pengalaman pakar, sehingga dapat menangani kondisi lingkungan yang berubah-ubah dengan lebih efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol suhu dan kelembaban di *greenhouse* dengan pendekatan logika *fuzzy*. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih cerdas dan efisien dalam menjaga kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan kualitas hasil tanaman, tetapi juga memberikan wawasan baru dalam penerapan teknologi kontrol berbasis *fuzzy* dalam pertanian modern.

## BAHAN DAN METODE

### 2.1 Bahan Penelitian

Sejumlah bahan dan peralatan digunakan dalam penelitian ini, antara lain

**Tabel 1. Nama Bahan Penelitian**

No	Nama Alat	Fungsi
1	Sensor Suhu	Untuk mengukur suhu di dalam <i>greenhouse</i>
2	Sensor kelembaban	Untuk mengukur kelembaban di dalam <i>greenhouse</i>
3	Mikrokontroler	
	• Arduino	Untuk mengendalikan sensor dan aktuator
	• Raspberry Pi	Untuk pengolahan data yang lebih kompleks dan integrasi dengan IoT
4	Relay Module	Untuk mengontrol

		perangkat berdaya tinggi seperti kipas dan pemanas
5	Power Supply	Untuk memberikan daya ke sistem
6	Breadboard dan Kabel Jumper	Untuk perakitan sementara dan pengujian rangkaian
7	Software pengembangan	Untuk aplikasi fuzzy logic
8	PCB (Printed Circuit Board)	Untuk merakit rangkaian elektronik secara permanen
9	Resistor, Kapasitor, Transistor	Komponen elektronik dasar untuk merakit rangkaian
10	Kotak Proyek atau Enclosure	Untuk melindungi komponen elektronik dari kondisi lingkungan
11	Bracket dan Mounting	Untuk memasang sensor dan aktuator di tempat yang tepat dalam <i>greenhouse</i>

### 2.2 Metode Penelitian

Berikut adalah tahapan dalam perancangan dalam penelitian ini.



**Gambar 1. Bagan Alir Penelitian**

#### Penjelasan:

1. Perencanaan dan Pengumpulan Informasi : Mengkaji penelitian sebelumnya dan teknologi yang ada terkait kontrol suhu dan kelembaban di *greenhouse*, Mengumpulkan data suhu, kelembaban, dan kondisi lingkungan dari *greenhouse* yang akan menjadi lokasi penelitian.
2. Desain sistem : Mendesain struktur sistem kontrol berbasis logika fuzzy, termasuk variabel input dan output serta aturan fuzzy
3. Pengembangan perangkat keras dan lunak : Memilih sensor dan aktuator yang sesuai, merancang rangkaian elektronik, dan mengintegrasikan sensor serta aktuator dengan sistem kontrol, Mengembangkan algoritma kontrol berbasis fuzzy dan mengintegrasikannya dengan perangkat keras.
4. Implementasi dan Pengujian sistem: Menguji kinerja sistem di kondisi nyata dalam *greenhouse*, Menguji sistem kontrol di lingkungan yang terkendali untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik

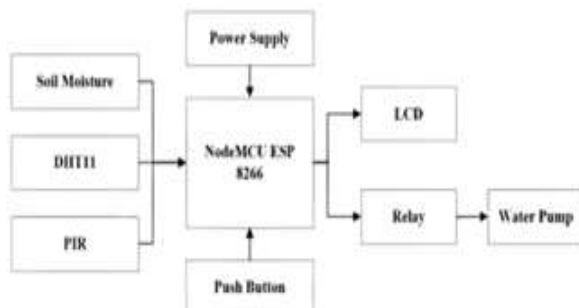
### Listing Program:

1. Observasi, kegiatan ini bertujuan mengamati kondisi fisik dan operasional greenhouse untuk memahami lingkungan tempat sistem kontrol akan diimplementasikan
2. Wawancara, dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam perancangan sistem
3. Literasi Pustaka, untuk mencari data atau materi tertulis baik dari buku, catatan, literatur dan karya ilmiah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat yang digunakan sebelumnya dilakukan pengujian dengan tujuan mengevaluasi performa setiap komponen serta keseluruhan rangkaian. Hasil dari pengujian ini diharapkan mampu menghasilkan data yang akurat dan memberikan gambaran apakah rangkaian ini beroperasi sesuai dengan harapan yang telah ditetapkan.

Berikut adalah Blok diagram Rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini.



### Gambar 2. Blok Diagram Rangkaian

```
#include <Adafruit_LiquidCrystal.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>

const int SMS = A0;
const int TMP = A1;
const int HUM = A2;
const int PTC = A3;
const int motorPompa = 9;
const int ledOrange = 10;
const int ledGreen = 11;
const int ledRed = 12;
const int motorKipas = 13;

#define startMinute 0 //Ubah waktu menit
hitung mundur
#define startSecond 10 //Ubah waktu detik
hitung mundur

int menit = startMinute;
int detik = startSecond;

float sensor_SMS = 0;
float kelembaban_tanah = 0;
int sensor_TMP = 0;
int sensor_HUM = 0;
int sensor_PTC = 0;

int suhu udara = 0;
int kelembaban_udara = 0;
int cahaya = 0;

int RK, KP, KM, KMS;
char "KondisiKipas[]" = {"OFF", "ON"};
char "KondisiPompa[]" = {"OFF", "ON"};
char "KondisiCahaya[]" = {"Kedip", "Wag/Wo", "Malam"};
char "KondisiSMS[]" = {"Kering", "AgakKering", "AgakBasah", "Basah"};

Adafruit_Temperature wktksiran =
Adafruit_Temperature();
//wktksiran akan menjadi nama hardware
HTS333 disini

LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);

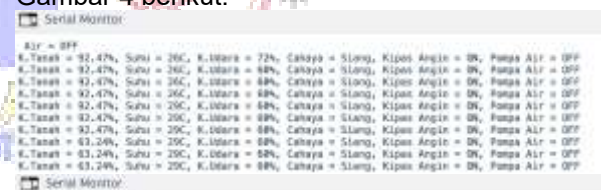
void setup() {
  wktksiran.begin(112);
  Serial.begin(9600);
  Inisialisasi();
}

void loop() {
  SensorSensor();
  SensorCahaya();
  SensorSMS();
  if (Kp=0) {
    menit = startMinute;
    detik = startSecond;
    wktksiran.println(" ");
    wktksiran.writeDisplay();
    Tampilan_LCD1();
    delay(500);
    Tampilan_LCD2();
    delay(500);
  } else if (Kp=1) {
    Tampilan_LCD1();
    if (detik=0 & menit=0) {
      wktksiran.println("STOP");
      wktksiran.writeDisplay();
      delay(500);
      Tampilan_LCD2();
      delay(500);
    } else {
      wktksiran.writeDigitNum(0, (menit / 10));
      wktksiran.writeDigitNum(1, (menit % 10));
      wktksiran.writeDigitNum(3, (detik / 10));
      wktksiran.writeDigitNum(4, (detik % 10));
      wktksiran.drawColon(true);
      wktksiran.writeDisplay();
      delay(500);
      wktksiran.drawColon(false);
      wktksiran.writeDisplay();
      Tampilan_LCD3();
      delay(500);
      detik--;
    }
  }
  Print_Serial_Monitor();
}

void Inisialisasi() {
  pinMode(SensorSensor());
  pinMode(Tampilan_LCD1());
  pinMode(Tampilan_LCD2());
  pinMode(SensorCahaya());
  pinMode(Sensor_SMS());
  pinMode(Kp_Alar());
  pinMode(Kipas_Angin());
  pinMode(Aturkan_Fussy());
  pinMode(Print_Serial_Monitor());
}
```

### Gambar 3. Listing Program

Pada saat program dijalankan, maka pada layar Serial Monitor akan ditampilkan data-data seperti Gambar 4 berikut.

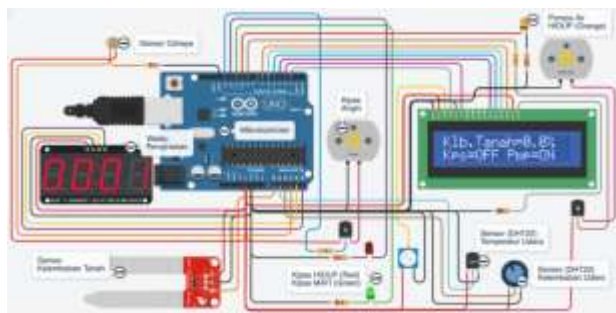


**Gambar 4. Tampilan data-data yang di-print di Serial Monitor**

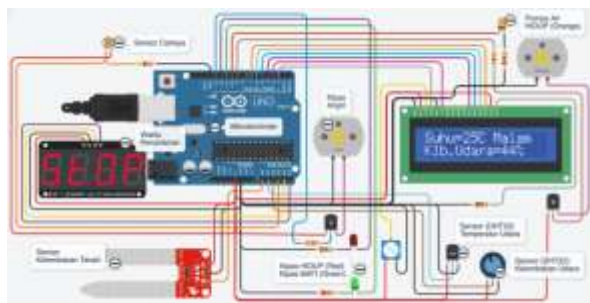
Berikut adalah beberapa kondisi yang dapat dilihat saat sistem dijalankan.

Pada Gambar 5 terlihat saat sistem tinggal 1 detik sebelum timer waktu siram selesai, dan kondisi pompa masih ON. Pada Gambar 6 terlihat saat SISMOTAN selesai melakukan penyiraman berdasarkan waktu hitung mundur, maka pada layar LED ditampilkan tulisan "STOP", dan pompa air diperintahkan OFF.



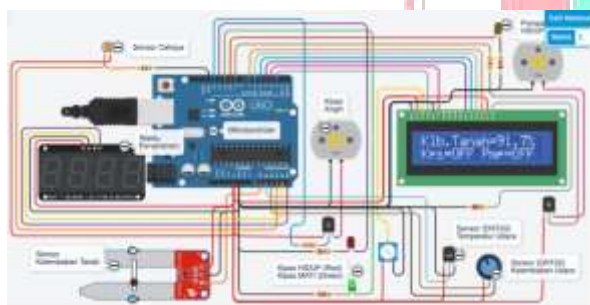


**Gambar 5. kondisi timer waktu penyiraman sisa 1 detik**

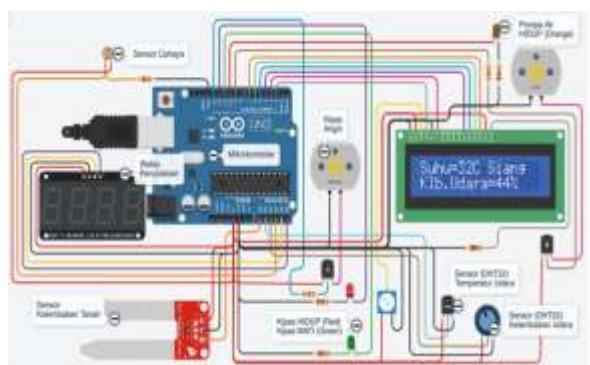


**Gambar 6. kondisi timer waktu penyiraman selesai (stop)**

Pada Gambar 7 terlihat saat sistem merasakan sensor kelembaban tanah (SMS) kondisi basah setelah disiram, maka timer waktu siram akan dibersihkan dan pompa air berada pada kondisi OFF. Pada Gambar 8 terlihat saat sistem merasakan sensor cahaya terik kondisi siang hari dan suhu udara cukup tinggi (32oC) maka kipas angin menyala (ON).



**Gambar 7. kondisi kelembaban tanah tinggi (basah), timer waktu penyiraman dikosongkan, pompa air OFF**



**Gambar 8. kondisi siang hari, suhu udara tinggi, kipas angin menyala**

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada rangkaian sistem otomatisasi penyiraman dan pengaturan suhu menggunakan Arduino Uno, dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Pengujian pada setiap komponen dan rangkaian menunjukkan bahwa sistem mampu memproses input sensor dengan baik dan memberikan output yang tepat sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor.

Sistem ini terdiri dari beberapa tahapan penting, seperti pembacaan library, pembacaan variabel, setup, dan loop, yang memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time melalui tiga jenis tampilan layar: LCD 16x2, LED HT16K33, dan Serial Monitor. Pada saat sistem dijalankan, tampilan di layar menunjukkan informasi yang akurat mengenai kondisi sensor, seperti kelembaban tanah dan suhu udara, yang mempengaruhi pengoperasian pompa air dan kipas angin.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghentikan pompa secara otomatis setelah timer mencapai batas waktu yang ditentukan (Gambar 5 dan Gambar 6). Selain itu, sistem juga dapat mendeteksi kelembaban tanah yang tinggi, yang menandakan bahwa penyiraman tidak diperlukan lagi, serta dapat menghidupkan kipas angin ketika suhu udara mencapai level yang tinggi (Gambar 7 dan Gambar 8).

Secara keseluruhan, rangkaian dan perangkat keras serta perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini dapat berfungsi dengan baik, memberikan data yang akurat, dan bekerja sesuai dengan ekspektasi, menjadikannya solusi yang efektif untuk pengelolaan otomatisasi penyiraman dan pengaturan suhu di lingkungan tertentu.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi selama proses penelitian ini.

Pertama-tama, saya mengucapkan terima kasih kepada Universitas Panji Sakti atas bantuan dana penelitian melalui program Penelitian Terapan Universitas Panji Sakti Tahun 2023-2024, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang memberikan bantuan dan kontribusinya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pamungkas, S. (2020). Smart Greenhouse System On Paprican Plants Based On Internet of Things. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 7(2), 197–207. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i2.2277>.
- [2] Dewi, H. S. (2022). Smart Farming Teknologi Monitoring Produksi Dan. 7(1), 20–31.
- [3] Ristian, U., Ruslianto, I., & Sari, K. (2022). Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika*, 8(1), 87. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/view/52770/75676592894>
- [4] Santo Gitakarma, M., & Putu Ary Sri Tjahyanti, L. (2022). Peranan Internet of Things Dan Kecerdasan Buatan Dalam Teknologi Saat Ini. *Jurnal Komputer Dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, 1(1), 1–8. <https://ejournal.unipas.ac.id/index.php/Komteks/article/view/1060/789>
- [5] Naba, A. 2009. Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATHLAB. Yogyakarta: Andi.
- [6] Hapiz, Abdul. 2017. Penerapan Logika Fuzzy Dengan Merode Tsukamoto Untuk Mengestimasi Curah Hujan.
- [7] Wahyu Widodo, Dwi Cahyadi, dan Rizki A. Mangkubumi. "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT" (2020). *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi (JIKI)*, Vol. 13, No. 2. DOI: 10.30865/jiki.v13i2.1732
- [8] Muhammad Fadli, Bambang Supriyanto, dan Imam Riadi. "Implementasi IoT pada Sistem Pengamanan Rumah Pintar" (2019). *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, Vol. 6, No. 2. DOI: 10.25126/jtiik.201962511
- [9] Dwi Cahyadi, Wahyu Widodo, dan Rizki A. Mangkubumi. "Sistem Pemantauan Kesehatan Tanaman Berbasis IoT" (2020). *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, Vol. 16, No. 1. DOI: 10.21609/jsi.v16i1.1346.
- [10] Muhammad Ruswandi, Budi Rahardjo, dan Imam Riadi. "IoT-Based Smart Home Energy Management System" (2020). *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, Vol. 12, No. 2. DOI: 10.31149/jtec.v12i2.1739
- [11] Bambang Supriyanto, Dwi Cahyadi, dan Rizki A. Mangkubumi. "A Low-Cost IoT-Based Water Quality Monitoring System" (2019). *Journal of Engineering and Applied Sciences (JEAS)*, Vol. 14, No. 10. DOI: 10.3923/jeasci.2019

