

ANALISA PENERAPAN SENSOR SUHU MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DI DALAM SISTEM PERTANIAN GREENHOUSE: SENSOR DHT22

Yehezkiel Kharisma Yonatan^{*1}, Ayub Trisna Mukti², Rafli Nur Firmansyah³, Paduloh⁴

^{*1,2,3,4}Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta, Indonesia

e-mail: *202210215190@mhs.ubharajaya.ac.id, 202210215035@mhs.ubharajaya.ac.id,
202210215038@mhs.ubharajaya.ac.id, paduloh@dsn.ubharajayaa.ac.id

Abstract

Modern agriculture increasingly relies on technology to optimize efficiency and productivity. Temperature management plays a critical role in plant growth and yield, making it a key focus in agricultural innovation. This research explores the application of a DHT22 temperature and humidity sensor integrated with an Arduino Uno microcontroller to develop a temperature monitoring system in agricultural environments, specifically in greenhouses. The system collects real-time environmental data, such as temperature and humidity, and enables remote monitoring through a monitor inside a computer. By analyzing the collected data, farmers can implement automated responses, such as activating cooling or irrigation systems, to maintain optimal growing conditions. The research methodology involved hardware design, programming, data collection, analysis, and evaluation of the system. The results demonstrate the effectiveness of the system in improving environmental monitoring and decision-making for resource optimization. This study highlights the potential into sustainable and efficient agricultural practices.

Keywords: Arduino Uno, Agriculture System, Temperature Sensor, Humidity sensor.

Abstrak

Pertanian modern semakin bergantung pada teknologi untuk mengoptimalkan efisiensi dan produktivitas. Manajemen suhu memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan hasil panen tanaman, menjadikannya fokus utama dalam inovasi pertanian. Penelitian ini mengeksplorasi penerapan sensor suhu dan kelembapan DHT22 yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengembangkan sistem pemantauan suhu di lingkungan pertanian, khususnya di *Greenhouse*. Sistem ini mengumpulkan data lingkungan secara *real-time*, seperti suhu dan kelembapan, dan memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui monitor di dalam komputer. Dengan menganalisis data yang dikumpulkan, petani dapat menerapkan respons otomatis, seperti mengaktifkan sistem pendinginan atau irigasi, untuk mempertahankan kondisi pertumbuhan yang optimal. Metodologi penelitian ini melibatkan desain perangkat keras, pemrograman, pengumpulan data, analisis, dan evaluasi sistem. Hasilnya menunjukkan efektivitas sistem dalam meningkatkan pemantauan lingkungan dan pengambilan keputusan untuk pengoptimalan sumber daya. Studi ini menyoroti potensi ke dalam praktik pertanian yang berkelanjutan dan efisien.

Kata Kunci: Arduino Uno, Sistem Pertanian, Sensor Suhu, Sensor Kelembaban.

PENDAHULUAN

Pertanian modern semakin bergantung pada teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Salah satu aspek penting dalam pertanian adalah pengelolaan suhu, yang berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Masuknya era revolusi industri telah memicu terjadinya perubahan antropogenik. *Antropogenik* merujuk pada aktivitas manusia yang menghasilkan gas rumah kaca. Aktivitas ini meliputi penggunaan kendaraan bermotor, pembakaran sampah, serta kegiatan rumah tangga dan industri. Penyebab utama fenomena ini adalah pertumbuhan populasi manusia yang pesat, yang membuat kota-kota besar semakin padat akibat urbanisasi (Cobantoro et al., 2019).

Pertanian adalah sektor yang krusial untuk memenuhi kebutuhan pangan dan menjaga keberlanjutan sumber daya. Di era modern, teknologi telah berperan besar dalam meningkatkan produktivitas dan keberhasilan sektor ini. Salah satu inovasi yang menjanjikan adalah otomasi *greenhouse* dan *hidroponik*, yang terbukti efektif dalam meningkatkan hasil tanaman serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya (Yanti Grace Hutasoit & Yanda Bara Kusuma, 2023).

Suhu dan kelembaban udara adalah beberapa parameter yang sering diukur dalam proses akuisisi data. Sensor, sebagai komponen utama dalam proses ini, berfungsi mengubah data yang diperoleh dari lingkungan (yang bersifat analog) menjadi format yang dapat diproses oleh komputer (yang bersifat digital). Selain itu, sensor juga berperan dalam menentukan akurasi hasil yang diperoleh dibandingkan dengan pengukuran sebenarnya menggunakan instrumen ukur (Saptadi, 2015). Dalam konteks ini, penggunaan sistem otomatis untuk memantau dan mengontrol suhu menjadi sangat penting. Arduino Uno, sebagai salah satu platform *mikrokontroler* yang populer, menawarkan solusi yang terjangkau dan mudah diakses untuk pengembangan sistem pemantauan suhu.

Dalam lingkup industri, perkembangan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur saat ini telah banyak mengalami perkembangan yang sangat pesat, akibatnya semua industri dituntut untuk bekerja lebih baik lagi dalam menyikapi persaingan di masa yang akan datang. Tidak semua elemen pendorong keberhasilan dalam sebuah perusahaan memiliki keunggulan dalam hal metode pengolahan, yang penentuannya ada pada pengeluaran (Advent & Gaurifa, 2024).

Sensor DHT22 adalah komponen yang sering digunakan dalam aplikasi pemantauan lingkungan, termasuk pertanian, karena kemampuannya untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan akurasi yang baik. Dengan mengintegrasikan sensor DHT22 dengan Arduino Uno, kita dapat membangun sistem yang mampu merekam data suhu secara *real-time* dan memberikan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan pekebunan. Data dapat langsung diproses menggunakan komputerisasi atau data digital dan memberikan output yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam mengambil keputusan (Paduloh et al., 2022). Arduino Merupakan papan elektronik berbasis mikrokontroler ATmega yang memenuhi sistem minimum mikrokontroler agar

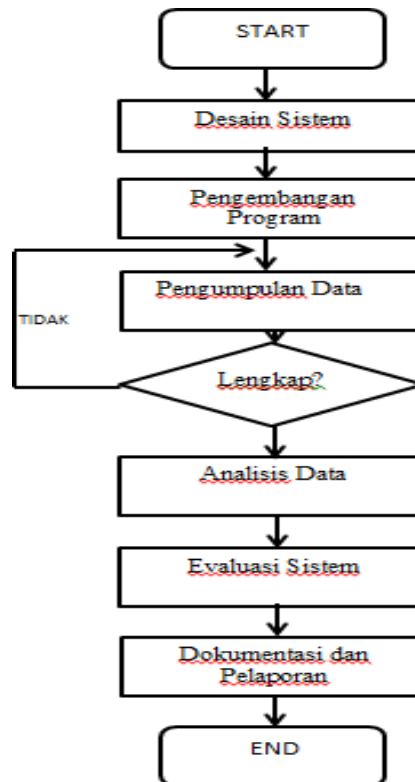
dapat bekerja secara mandiri (Nur Alfian & Ramadhan, 2022). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mencoba merancang sebuah alat yang memudahkan operator, staf operator, staf, dan pengambil keputusan dalam mendapatkan informasi temperatur secara efisien untuk mengambil keputusan dengan cepat. *State of the art* penelitian terletak pada perancangan produk, perancangan sistem informasi, kemudian mengimplementasikan produk dan melakukan pengujian untuk mengetahui kinerja produk yang dihasilkan (Paduloh et al., 2022).

Arduino menggunakan protokol RS485 dirancang untuk mendukung komunikasi jarak jauh dengan maksimum jarak/panjang kabel sekitar 1200 meter (Septianti & Rahmadewi, 2024). Arduino UNO merupakan sebuah papan mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (Noor, 2020). Perangkat Arduino Uno dengan mikrokontroler juga dapat mengontrol kenaikan suhu produk agar tidak terlalu panas. Alat yang dirancang dengan dua tindakan, yaitu menyalakan kipas untuk mendinginkan mesin dan memberi tahu teknisi, akan memudahkan pengambilan Keputusan (Paduloh & Muhendra, 2022).

Pertanian modern menghadapi berbagai tantangan dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Salah satu solusi yang semakin banyak diterapkan adalah penggunaan teknologi sensor untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time. Sensor suhu dan kelembaban, seperti DHT22, memiliki peran krusial dalam manajemen pertanian cerdas karena menyediakan data penting untuk pengambilan keputusan yang lebih baik. Arduino Uno, sebagai platform mikrokontroler yang mudah digunakan dan serbaguna, telah menjadi alat populer dalam pengembangan sistem otomasi pertanian. Dengan mengintegrasikan sensor DHT22 ke dalam sistem berbasis Arduino, petani dapat memperoleh informasi akurat tentang suhu dan kelembaban di lingkungan pertanian, baik di *greenhouse* maupun lahan terbuka. Data ini memungkinkan pengelolaan sumber daya, seperti air dan pupuk, dengan lebih efektif serta membantu menciptakan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman.

Paper ini akan membahas analisis sistem suhu yang menggunakan Arduino Uno dan sensor DHT22 dalam konteks sistem pekebunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas penggunaan teknologi ini dalam meningkatkan pemahaman tentang kondisi lingkungan perkebunan dan dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman. Selain itu, penelitian ini juga akan mengeksplorasi potensi pengembangan sistem lebih lanjut, termasuk integrasi dengan teknologi *Internet of things*(IoT) untuk pemantauan jarak jauh. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan pertanian berkelanjutan dan efisien.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Flowchart Design System Sensor Suhu Sistem Pertanian Berdasarkan Gambar 1 metode penelitian ini dirancang untuk mengembangkan dan menganalisis sistem pemantauan suhu menggunakan Arduino Uno dan sensor DHT22 dalam konteks sistem pertanian. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini:

1. Desain Sistem

a) Pemilihan Perangkat Keras:

- Arduino Uno: Digunakan sebagai *mikrokontroler* utama untuk mengolah data dari sensor.
- Sensor DHT22: Memungkinkan pengukuran suhu dan kelembapan dengan akurasi yang baik.
- Komponen Tambahan: Termasuk *breadboard*, kabel *jumper*, dan modul tampilan (misalnya, LCD) untuk menampilkan data secara real-time.

b) Skema Rangkaian:

- Rangkaian dibuat dengan menghubungkan sensor DHT22 ke pin digital pada Arduino Uno. Skema rangkaian disusun untuk memastikan konektivitas yang benar antara komponen.

2. Pengembangan Program

a) Pemrograman Arduino:

- Menggunakan Arduino IDE untuk menulis kode yang mengontrol sensor dan memproses data yang diperoleh. Kode ini mencakup pengaturan sensor, pembacaan data suhu dan kelembapan, serta tampilan data di layar.
- Implementasi fungsi untuk mengolah dan menyimpan data dalam format yang dapat dianalisis.

3. Pengumpulan Data

a) Setup Pengujian:

- Sistem ditempatkan di lokasi pertanian yang memungkinkan untuk mengumpulkan data lingkungan.
- Pengukuran dilakukan secara berkala (misalnya, setiap 10 menit) untuk mendapatkan data yang konsisten dan relevan.

b) Durasi Pengumpulan Data:

- Data dikumpulkan selama periode tertentu (misalnya, satu bulan) untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang fluktuasi suhu dan kelembapan.

4. Analisis Data

a) Pengolahan Data:

- Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan perangkat lunak analisis statistik untuk mengidentifikasi pola dari suhu kelembapan tersebut.
- Perbandingan dilakukan dengan parameter pertanian yang relevan untuk mengevaluasi dampak suhu terhadap pertumbuhan tanaman.

5. Evaluasi Sistem

a) Uji Kinerja:

- Menguji akurasi dan mengumpulkan saran dari pengguna dan petani mengenai kemudahan penggunaan dan manfaat sistem.

6. Dokumentasi dan Pelaporan

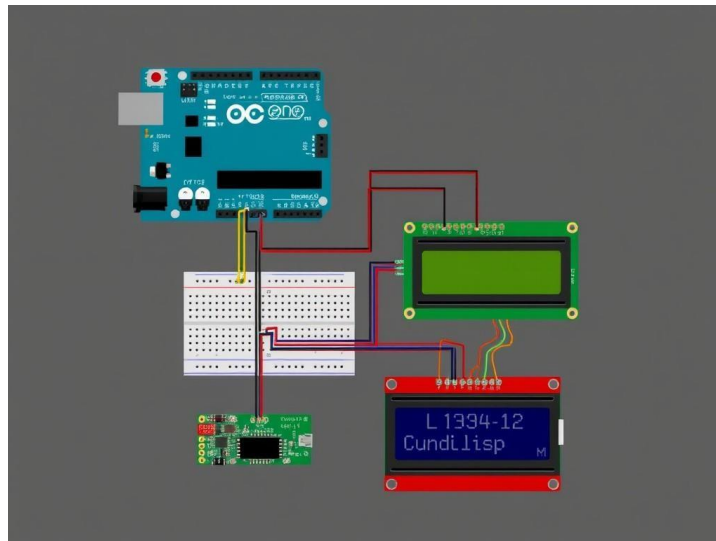
1. Penyusunan Laporan:

- Hasil penelitian didokumentasikan dalam bentuk laporan yang mencakup semua langkah yang dilakukan, hasil analisis, dan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.

Metodologi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang penggunaan teknologi dalam pengelolaan suhu di pertanian dan dampaknya terhadap produktivitas tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan implementasi berikut ini menjelaskan terkait gambaran umum, perangkat keras, perangkat dijelaskan pada gambar



Gambar 2. Desain Smart Greenhouse

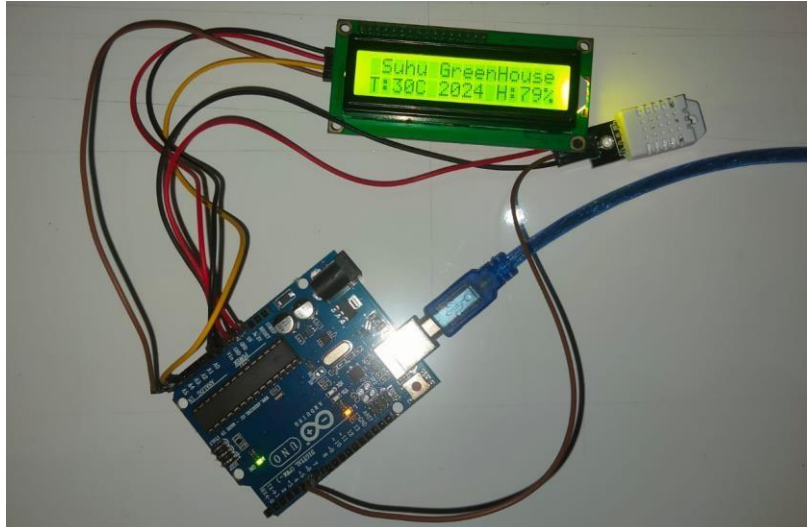
Berdasarkan gambar diatas model smart *greenhouse* pada ruangan *greenhouse* terdapat sensor DHT22 yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan pada ruangan *greenhouse*, sensor DHT22 dihidupkan client bisa memonitor suhu dan kelembapan menggunakan telegram dengan mengetik perintah /temp pada monitor. Ketika nilai melebihi nilai set point maka pompa akan menyala menandakan tanah kering, ketika dibawah nilai set point maka pompa akan mati

Perakitan sensor suhu DHT 22 pada sistem pertanian di **GREENHOUSE**

Pada sensor suhu pada sistem pertanian *greenhouse* memiliki beberapa kegunaanya diantaranya :

1. Monitoring suhu dan kelembapan
2. Kontrol otomatis penghangat atau pendingin
3. Optimalisasi lingkungan tumbuh tanaman

Dengan demikian, sensor suhu DHT22 sangat berguna dalam sistem pertanian *greenhouse* untuk memastikan lingkungan yang ideal bagi tanaman, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, serta membantu pengelolaan sumber daya yang lebih baik.



Gambar 3. Rangkaian Perakitan Sensor DHT 22

Berdasar pada gambar 3 Adapun langkah-langkah perakitan dalam sensor DHT 22 menggunakan Arduino Uno, sebagai berikut :

1. Siapkan Arduino Uno, Sensor DHT22, LCD I2C, dan Kabel Jumper *Male-Female*.
2. Hubungkan kabel jumper LCD, kemudian hubungkan LCD ke Arduino Uno dengan cara:
 - a. Hubungkan kabel jumper pin GND LCD I2C (-) ke pin GND Arduino Uno (-).
 - b. Hubungkan kabel jumper pin VCC LCD I2C (+) ke VCC Arduino Uno (+) pin 5V.
 - c. Hubungkan kabel jumper pin SDA LCD I2C ke pin A4 Arduino Uno.
 - d. Hubungkan kabel jumper pin SCL LCD I2C ke pin A5 Arduino Uno.
3. Kemudian hubungkan Sensor DHT22 ke Arduino Uno dengan cara :
 - a. Hubungkan kabel jumper VCC (+) sensor DHT22 ke pin 3.3V Arduino Uno.
 - b. Hubungkan kabel jumper GND (-) sensor DHT22 ke pin GND Arduino Uno.
 - c. Hubungkan kabel jumper OUT (DATA) sensor DHT22 ke pin 7 Arduino Uno.

Pembahasan tentang codingan sensor suhu dht 22 pada system pertanian di Greenhouse

Codingan sensor suhu dht 22 sebagai berikut:

```
1  /** How to use the DHT-22 sensor with Arduino
2  //  Temperature and humidity sensor and
3  //  I2C LCD1602
4  //  SDA --> A4
5  //  SCL --> A5
6  //DHT 22 out-->D7
7
8  //Libraries
9  #include <DHT.h>;
10 //I2C LCD:
11 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
12 #include <Wire.h>
13
14 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display,Pls check your lcd.
15
16 //Constants
17 #define DHTPIN 7 // what pin we're connected to
18 #define DHTTYPE DHT22 // DHT 22
19 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Initialize DHT sensor for normal 16mhz Arduino
20
21 //Variables
22 //int chk;
23 int h; //Stores humidity value
24 int t; //Stores temperature value
```

Gambar 4. codingan sensor suhu dht 22 pada system pertanian di Greenhouse

Pada codingan gambar 4 ini menjelaskan bahwa pertama-tama masukkan sensor apa yang ingin di gunakan, kita memakai sensor DHT 22. Kemudian masukkan hasil data sensor yang akan muncul ke LCD, pada penelitian ini kita hanya membaca suhu dan kelembapan greenhouse yang akan ditampilkan di LCD. Kemudian di sensor DHT 22 pada outputnya (data) menggunakan pin 7 di arduino.

Codingan sensor suhu dht 22 sebagai berikut:

```
25
26 void setup()
27 {
28     Serial.begin(9600);
29     Serial.println("Temperature and Humidity Sensor Test");
30     dht.begin();
31     lcd.init(); //initialize the lcd
32     lcd.backlight(); //open the backlight
33 }
34
35 void loop()
36 {
37     //Read data and store it to variables h (humidity) and t (temperature)
38     // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
39     h = dht.readHumidity();
40     t = dht.readTemperature();
41
42     //Print temp and humidity values to serial monitor
43     Serial.print("Humidity: ");
44     Serial.print(h);
45     Serial.print(" %, Temp: ");
46     Serial.print(t);
47     Serial.println(" ° Celsius");
48 }
```

Gambar 5. codingan sensor suhu dht 22 pada system pertanian di Greenhouse

padaa kodingan inii, kita masukkan kodingan untuk menampilkan data hasill suhu yang akan ditampilkan di lcd I2C, pada kodingan masukkan keterangan Humidity, dan keterangan untuk ditampilkan di I2C nya dengan huruf "h", kemudian masukkan Temperature dengan simbol %, dann masukkan Celcius dengann simbol °.

Codingan sensor suhu dht 22 sebagai berikut:


```
49 // set the cursor to (0,0):  
50 // print from 0 to 9:  
51  
52     lcd.setCursor(0, 0);  
53     lcd.println(" Suhu GreenHouse ");  
54  
55     lcd.setCursor(0, 1);  
56     lcd.print("T:");  
57     lcd.print(t);  
58     lcd.print("C");  
59  
60     lcd.setCursor(6, 1);  
61     lcd.println("2024 ");  
62  
63     lcd.setCursor(11, 1);  
64     lcd.print("H:");  
65     lcd.print(h);  
66     lcd.print("%");  
67  
68     delay(1000); //Delay 1 sec.  
69 }
```

Gambar 6. codingan sensor suhu dht 22 pada system pertanian di Greenhouse setelah itu masukkan keterangann teks "Suhu GreenHouse". Kemudian masukkan tahun kita melakukan pengukuran suhu di greenhouse, dan terakhir kita setting setiap 1 detik sekali sensor membaca suhu didalam pertanian GreenHouse.

Hasil Codingan sensor suhu dht 22 pada monitor

Berikut tabel hasil codingan sensor suhu dht 22 sistem pertanian yang keluar pada monitor :

Tabel 1 hasil codingan sensor suhu dht 22 sistem pertanian

No	Sensor DHT22	Keterangan
1	Suhu= 30°C Kelembaban= 68%	Hari Senin
2	Suhu= 31°C Kelembaban= 75%	Hari Selasa
3	Suhu= 33°C Kelembaban= 78%	Hari Rabu
4	Suhu= 31°C Kelembaban= 76%	Hari Kamis
5	Suhu= 32°C Kelembaban= 74%	Hari Jum'at
6	Suhu= 31°C Kelembaban= 73%	Hari Sabtu
7	Suhu= 31°C Kelembaban= 74%	Hari Minggu

Pada table 1 dijelaskan bahwa pada hari Senin sensor mendeteksi suhu 30 °C dan kelembapan 68%, hari Selasa sensor mendeteksi suhu 31 °C dan kelembapan 75%, hari Rabu sensor mendeteksi suhu 33 °C dan kelembapan 78%, hari Kamis sensor mendeteksi suhu 31 °C dan kelembapan 76%, hari Jum'at sensor mendeteksi suhu 32 °C dan kelembapan 74%, hari Sabtu sensor mendeteksi suhu 31 °C dan kelembapan 73%, hari Senin sensor mendeteksi suhu 31 °C dan kelembapan 74%.

Evaluasi Sistem

1. DHT22 mengukur suhu dengan akurasi sekitar $\pm 0,5$ °C pada rentang -40 °C hingga +80 °C. Di *greenhouse*, suhu harus dijaga dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan tanaman (misalnya 18-30°C untuk sebagian besar tanaman tropis). Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil sensor dengan termometer yang lebih akurat di lingkungan *greenhouse* untuk memastikan kecukupan pengukuran suhu.
2. Kelembapan sangat penting di *greenhouse*, karena banyak tanaman memerlukan kelembapan relatif tertentu agar dapat tumbuh dengan baik. DHT22 mengukur kelembapan dengan akurasi $\pm 2-5\%$ RH pada rentang 0-100%. Untuk memastikan pengukuran akurat dalam kondisi kelembapan berbeda di *greenhouse*, hasil sensor dievaluasi dengan membandingkannya dengan alat pengukur kelembapan lainnya.
3. Suhu dan kelembapan di *greenhouse* dapat berubah dengan cepat tergantung pada waktu siang atau malam, intensitas sinar matahari, serta pengaturan ventilasi dan irigasi. DHT22 akan memberikan pembacaan yang stabil dan konsisten meskipun terjadi fluktuasi cepat dalam lingkungan *greenhouse*. Penilaian stabilitas ini penting untuk menghindari pengukuran yang tidak akurat dan fluktuasi yang berlebihan.
4. Waktu respon DHT22 untuk menghasilkan data baru sekitar 1 detik. Di lingkungan *greenhouse*, suhu dan kelembapan dapat berubah sangat cepat, terutama saat sistem ventilasi dan kontrol suhu sedang beroperasi. Evaluasi waktu respon ini untuk menentukan apakah kecepatan membaca sensor cukup untuk sistem kontrol otomatis yang memerlukan pengukuran suhu dan kelembapan *real-time*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa penerapan sensor suhu DHT22 dalam system pertanian penerapan teknologi modern, khususnya sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis sensor DHT22 dan *mikrokontroler* Arduino Uno, memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi dan produktivitas pertanian, terutama di lingkungan *Greenhouse*. Sistem ini memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara *real-time* dan pemantauan jarak jauh, yang memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik bagi petani. Dengan respons otomatis terhadap kondisi lingkungan, seperti pengaturan suhu, sistem ini mendukung terciptanya kondisi pertumbuhan yang optimal. Hasil penelitian menegaskan efektivitas sistem dalam meningkatkan pemantauan lingkungan, yang pada gilirannya berkontribusi pada praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan efisien. Implementasi teknologi ini merupakan langkah penting menuju inovasi yang dapat meningkatkan hasil panen dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Advent, G., & Gaurifa, T. (2024). *Use of Ultrasonic Sensor By Detecting Vehicle Safe Distance*. 2(1), 258–267.
- Cobantoro, A. F., Setyawan, M. B., & Budi Wibowo, M. A. (2019). *Otomasi Greenhouse*

- Berbasis Mikrokomputer RASPBERRY PI. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 13(2), 115. <https://doi.org/10.32815/jitika.v13i2.360>
- Noor, A. (2020). Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Turbidity Sensor Dan Arduino Berbasis Web Mobile. *Joutica*, 5(1), 316. <https://doi.org/10.30736/jti.v5i1.329>
- Nur Alfian, A., & Ramadhan, V. (2022). Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 9(2), 61–69. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i2.5380>
- Paduloh, P., Fatahillah, H., Ramadhan, M. A., Muhendra, R., Widyantoro, M., & Sumanto. (2022). Designing of temperature control for agitator machine using Internet of Thing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1063(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1063/1/012053>
- Paduloh, P., & Muhendra, R. (2022). Overheat protection for motor crane hoist using internet of things. *International Journal of Computer Applications in Technology*, 68(4), 332–344. <https://doi.org/10.1504/ijcat.2022.125181>
- Saptadi, A. H. (2015). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino. *Jurnal Informatika, Telekomunikasi dan Elektronika*, 6(2). <https://doi.org/10.20895/infotel.v6i2.73>
- Septianti, N., & Rahmadewi, R. (2024). Sistem Komunikasi Antar Arduino Menggunakan Protokol RS485. *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, 6(1), 209–218. <https://doi.org/10.33650/jeeecom.v6i1.8398>
- Yanti Grace Hutasoit, & Yanda Bara Kusuma. (2023). Optimalisasi Pemanfaatan Otomasi Greenhouse Dan Hydroponic Dalam Meningkatkan Produksi Dan Keberhasilan Terhadap Pertanian Budidaya Pakcoy Di PT Inamas Sintesis Teknologi. *Jurnal Kajian dan Penelitian Umum*, 1(2), 76–86. <https://doi.org/10.47861/jkpu-nalanda.v1i2.285>
- Paduloh, Gaurifa, G. A. T., & Hidayatulloh, M. H. (2024). USE OF ULTRASONIC SENSOR BY DETECTING VEHICLE SAFE DISTANCE BASED ON ARDUINO UNO. *International Journal of Society Reviews (INJOSER)*, 2(1).