



Pengembangan Prototipe Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis IoT pada Tanaman Bawang Merah

Development of a Prototype IoT-Based Soil Temperature and Humidity Monitoring System for Shallot Plants

Yuyun Prastiwi¹, Cantika Risky Ramadhana Pawestri², Otto Santoso Putro³, Pramono⁴

E-mail Korespondensi : 220103041@mhs.udb.ac.id

Universitas Duta Bangsa Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Info Article

| **Submitted:** 22 June 2025 | **Revised:** 11 July 2025 | **Accepted:** 12 July 2025

How to Cite : Yuyun Prastiwi, etc., "Pengembangan Prototipe Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis IoT pada Tanaman Bawang Merah", *Tech : Journal of Engineering Science*, Vol. 1, No. 1, 2025, P. 84-98.

ABSTRACT

Red onions are widely used by the community and intensively cultivated by farmers despite their relatively short growing period. This plant is susceptible to excessive rainfall, which can cause rot. To address this issue, the greenhouse concept provides a solution for maintaining a stable growing environment. Internet of Things (IoT) technology offers an innovative approach through a Smart Greenhouse system capable of automatically monitoring and controlling environmental conditions. In this study, the device was successfully designed and implemented using several key components, including an ESP32, DHT11 sensor, soil moisture sensor, LDR sensor, relay, DC pump, and 9V battery. Testing over three days demonstrated that the device effectively responded to environmental changes. The water pump will activate automatically when soil moisture levels drop below 49%, while the cooling fan turns on when the ambient temperature exceeds 30°C. This system maintains the stability of the microclimate around the red onion growing medium while addressing the need for automation in temperature and humidity management. As such, the Smart Greenhouse system is expected to assist farmers in addressing climate change challenges, reduce reliance on human labor, and enhance the efficiency of red onion cultivation.

Keyword: *Internet of Things (IoT), Smart Greenhouse, Red onions*

ABSTRAK

Bawang Merah merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan secara intensif dibudidayakan oleh petani meskipun memiliki umur tanam yang relatif pendek. Tanaman ini rentan terhadap air hujan berlebih karena dapat menyebabkan pembusukan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, konsep greenhouse menjadi solusi dalam menjaga stabilitas lingkungan tumbuh. Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan pendekatan inovatif melalui sistem Smart Greenhouse yang mampu memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan secara otomatis. Pada penelitian ini, perangkat berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan beberapa komponen utama, yaitu ESP32, sensor DHT11, sensor soil moisture, sensor LDR, relay, pompa DC, dan baterai 9V. Hasil pengujian selama tiga hari menunjukkan bahwa perangkat mampu merespons perubahan lingkungan dengan baik. Pompa air akan aktif secara otomatis ketika tingkat kelembaban tanah turun di bawah 49%, sedangkan kipas pendingin menyala saat suhu lingkungan melebihi 30 °C. Sistem ini mampu menjaga kestabilan mikroklimat di sekitar media tanam bawang merah, sekaligus menjawab kebutuhan akan otomasi dalam pengelolaan suhu dan kelembaban. Dengan demikian, sistem Smart Greenhouse ini diharapkan dapat membantu petani dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manusia, serta meningkatkan efisiensi budidaya tanaman bawang merah.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT), Smart Greenhouse, Bawang Merah*

Pendahuluan

Bawang Merah telah dibudidayakan secara intensif oleh petani karena bawang merah merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan masyarakat dan



berumur pendek (Taufiqurohman et al., 2023). Sebagai bagian dari rencana strategis kementerian pertanian, bawang merah termasuk dalam kelompok produk pertanian penting yang berfungsi sebagai pengendali inflasi, bersama dengan bawang putih dan cabai. Banyak manfaat bawang merah, baik sebagai bumbu masakan maupun sebagai obat (Kesehatan Ayurveda et al., 2019). Selama masa tanam tanaman bawang merah, faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, lama penyiraman, pH tanah dan kelembaban udara sangat penting untuk proses pertumbuhan tanaman.

Tanaman bawang merah rentan terhadap air hujan, yang dapat menyebabkan tanaman menjadi busuk, konsep *greenhouse* akan membuat pengendalian faktor lingkungan yang tidak stabil lebih mudah (Bagaskara et al., 2023). Beberapa masalah pertanian umum yang dihadapi tanaman bawang merah adalah gangguan iklim, masalah pembibitan, dan penyiraman air, yang biasanya dilakukan dengan peralatan sederhana dan tenaga manusia (Doni et al., 2023). Petani sering mengalami gagal panen karena umbi membusuk karena serangan hama dan kelembaban tanah yang berlebih. Petani mengalami kerugian yang cukup besar sebagai akibat dari biaya produksi yang mahal dan melelahkan. *Smart Farming* adalah konsep otomasi pertanian yang menggunakan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), sistem informasi, data *mining*, AI, dan robotika untuk pertanian yang lebih presisi, sehingga dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan hasil panen. (Agus et al., 2023).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan sistem pengelolaan pertanian yang lebih tepat dan efisien oleh teknologi IoT. Sistem pemantauan *Smart Greenhouse* memungkinkan solusi inovasi untuk pengelolaan pertanian (Setiawan & Fajri Aula, 2024). Teknologi ini memungkinkan petani melihat secara *real-time* kondisi lingkungan tanaman dan mengendalikan secara otomatis variabel yang memengaruhi pertumbuhan bawang merah, seperti suhu dan kelembaban. Sensor suhu dan kelembaban tanah, serta aplikasi blynk digunakan untuk memantau kondisi *greenhouse*. Cara kerja alat ini adalah untuk menjaga suhu ruangan pada tingkat yang ideal untuk pertumbuhan bawang merah, yaitu antara 20-30°C, dan kelembaban tanah yaitu (<49%) (Sigit Rizky Pratama, 2021). Sensor suhu memantau kondisi lingkungan dan akan mengaktifkan kipas secara otomatis saat suhu melebihi batas ideal. Sedangkan sensor kelembaban tanah bekerja bersama pompa air yang akan menyiram tanaman apabila kelembaban terdeteksi terlalu rendah.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengembangan sistem, dan terdiri dari tahapan sebagai berikut :

a. Studi Literatur

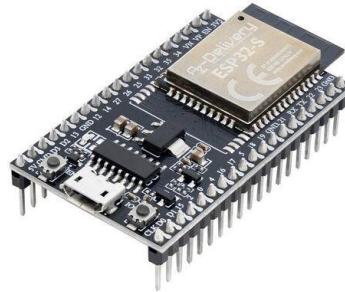
Tahapan awal dilakukan dengan mengumpulkan data tentang metode untuk mengontrol suhu dan kelembaban tanah pada bawang merah, termasuk prinsip kerja sensor DHT11, sensor kelembaban tanah, sensor LDR, serta pemrograman mikrokontroler ESP32. Studi ini menjadi dasar dalam perancangan dan implementasi sistem *monitoring* dan pengendalian berbasis IoT.

b. Alat dan Bahan

Dalam perancangan sistem pemantauan suhu dan kelembaban ini, ada beberapa alat yang diperlukan,

1. ESP 32

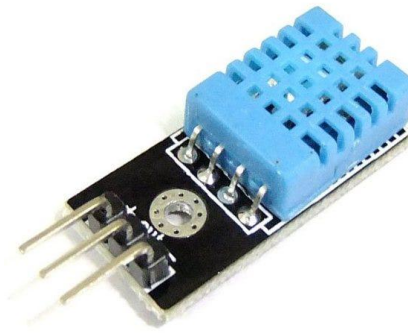
Mikrokontroler ESP32, yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, memiliki banyak keuntungan yang sangat menguntungkan. Ada banyak kanal ADC dan modul *Wi-Fi* dan *Bluetooth* adalah keuntungan utamanya (Fatkhul Yaqin et al., 2024). Hal ini sangat bermanfaat bagi pengguna yang ingin belajar membangun sistem koneksi nirkabel. Selain itu, ESP32 memiliki keunggulan seperti harga yang rendah dan konsumsi daya yang rendah berkat penggabungan modul *Wi-Fi* dan fitur *Bluetooth* yang hemat energi (Baharudin et al., 2022).



Gambar 1. ESP 32

2. Sensor suhu DHT11

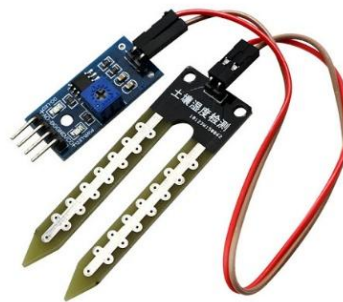
Sensor DHT11 adalah salah satu komponen yang paling stabil dan sangat akurat, dan memiliki kemampuan untuk kalibrasi sinyal digital dan memberikan informasi tentang suhu dan kelembaban udara (Habibi & Zaky, 2025).



Gambar 2. Sensor Suhu DHT11

3. Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah, juga dikenal sebagai *Soil Moisture Sensor*, menggunakan kapasitansi untuk mengukur tingkat kelembaban tanah. Ketika sensor berfungsi, sensor akan mulai mengidentifikasi apakah tanah kering atau lembab (Rajagukguk et al., 2021).



Gambar 3. Sensor Kelembaban Tanah

4. Pompa DC

Pompa DC merupakan jenis pompa yang menggunakan motor arus searah (DC) sebagai sumber tenaganya (Moh. Syamsul Arifin, 2025). Perangkat ini berfungsi untuk meningkatkan energi potensial fluida, sehingga memungkinkan aliran melawan gaya gravitasi atau mengatasi hambatan dalam sistem perpipaan. Dengan memberikan perbedaan tegangan pada kedua terminalnya, motor akan berputar dalam satu arah tertentu, yang kemudian menggerakkan pompa (Azizah & Thamrin, 2021). Dalam penelitian ini, pompa DC akan aktif secara otomatis untuk melakukan penyiraman saat sensor mendeteksi bahwa

tingkat kelembaban tanah telah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan.



Gambar 4. Pompa DC

5. Kipas

Kipas digunakan untuk menghasilkan angin yang menyegarkan udara. Seiring berjalannya waktu, kipas semakin berbeda tergantung pada tempat dan ukuran yang dibutuhkan (Yani Fatkhur Rohman & Arif Irfa, 2022). Pada sistem ini, kipas dikendalikan secara otomatis melalui sinyal digital dari mikrokontroler yang terhubung dengan sensor suhu DHT11.



Gambar 5. Kipas

6. Relay

Relay berfungsi sebagai saklar otomatis yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus bertegangan lebih tinggi melalui arus listrik

bertegangan rendah (Daryanti & Humam, 2021). Dalam sistem kendali otomatis seperti penyiraman tanaman, relay digunakan untuk mengontrol perangkat seperti pompa air berdasarkan sinyal dari mikrokontroler (Misbakhur Surur et al., 2025).



Gambar 6. Relay

7. Baterai 9V

Baterai 9V merupakan ukuran umum yang mudah ditemukan di masyarakat karena harganya yang terjangkau. Baterai berbentuk prisma persegi panjang dengan ujung bulat dan konektor snap yang terpolarisasi di bagian atasnya. Baterai ini memiliki dua terminal dan salah satunya memiliki konektor snap (Ja'far Siddiq & Sulistiyowati, 2021).



Gambar 7. Baterai 9V

8. Breadboard

Breadboard adalah papan sirkuit sementara yang digunakan untuk menguji rangkaian elektronik tanpa perlu menyolder komponen. Alat

ini memungkinkan perancangan dan pengujian rangkaian secara fleksibel karena komponen dapat dengan mudah dipasang, dipindah, atau diganti (Tri Sulistyorini et al., 2022).



Gambar 8. Breadboard

9. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik fleksibel yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik pada breadboard atau antara breadboard dengan modul lainnya tanpa memerlukan proses penyolderan. Sangat praktis dalam proses perancangan dan pengujian rangkaian, karena memungkinkan perubahan koneksi dilakukan dengan mudah dan cepat (Daryanti & Humam, 2021).



Gambar 9. Kabel Jumper

10. Blynk

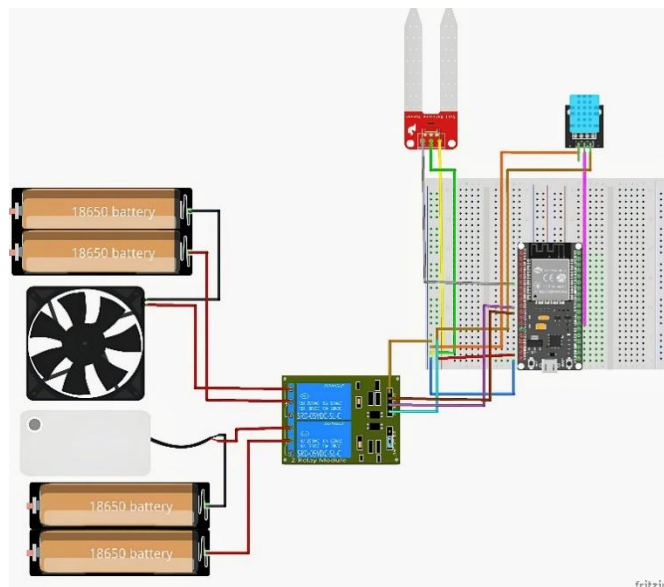
Blynk adalah salah satu platform IoT yang memungkinkan anda menggunakan ponsel pintar atau tablet untuk memantau perangkat elektronik secara remote. Aplikasi blynk tidak terikat dengan

komponen atau dhip. Namun, untuk berkomunikasi dengan hardware yang digunakan, board harus mendukungnya dengan akses wifi (Syukhron et al., 2021).

c. Perancangan Sistem

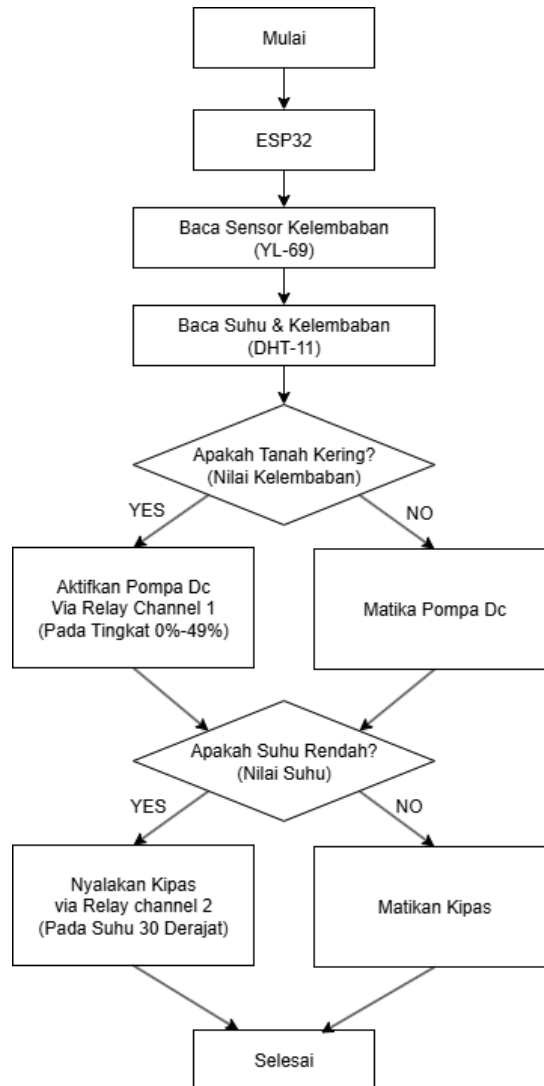
Merancang sistem pemantauan suhu dan kelembaban tanah yang terdiri dari:

- ESP 32 sebagai pengendali utama.
- Sensor DHT11 sebagai pengukur suhu.
- Sensor *Soil Moisture* sebagai sensor kelembaban tanah, untuk mengukur atau memperkirakan jumlah air dalam tanah.
- *Relay Module 2 Channel* sebagai pengendali beban-beban listrik dengan daya yang besar.



Gambar 10. Perancangan Sistem

Untuk mempermudah pemahaman mengenai proses kerja sistem secara keseluruhan, berikut ditampilkan alur kerja sistem dalam bentuk flowchart :

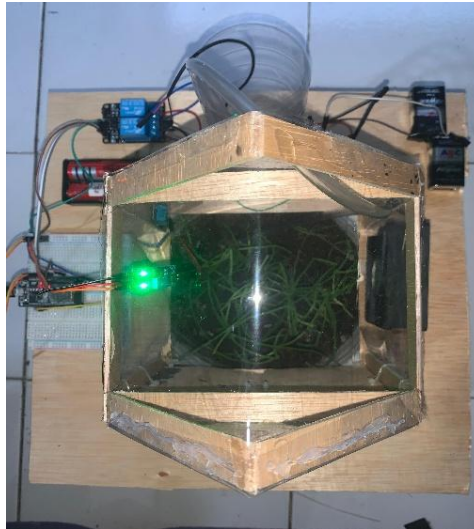


Gambar 11. Flowchart

Flowchart tersebut menggambarkan proses mikrokontroler ESP32 akan membaca data suhu dan kelembaban dari sensor setiap dua detik. Berdasarkan kondisi terbaru, sensor akan mengambil keputusan untuk menyalakan atau mematikan pompa dan kipas. Jika kondisi lingkungan sudah sesuai, maka aktuator tetap dalam keadaan tidak aktif.

d.Perakitan Alat

Instalasi dilakukan dengan menghubungkan semua sub-sistem yang telah dirancang, yang kemudian membentuk sistem kontrol. Setelah proses penggabungan, sistem yang dihasilkan merupakan sistem kontrol yang kompleks. Sistem ini selanjutnya akan diintegrasikan dengan tanaman bawang merah, yang nantinya akan bergantung pada sistem kontrol tersebut untuk mengelola penyiraman dan suhu.



Gambar 12. Perancangan sistem

e. Pemograman ESP 32

Menulis dan mengunggah program ESP32 menggunakan Arduino IDE. Program dirancang untuk membaca suhu dari sensor DHT11 dan kelembaban tanah dari sensor soil moisture, lalu memprosesnya untuk mengontrol pompa air dan kipas secara otomatis melalui relay, serta mengirimkan data ke aplikasi Blynk untuk pemantauan kondisi lingkungan greenhouse secara real-time.

```

sketch_jul11a.ino
1  #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6gusNbota"
2  #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Smart Greenhouse"
3  #define BLYNK_AUTH_TOKEN "Ok-T0MgiWyaRF7ngvretebtBphDO6Tm"
4
5  #include <WiFi.h>
6  #include <BlynkSimpleEsp32.h>
7  #include <DHT.h>
8
9  // Wifi credentials
10 char ssid[] = "Redmi 10";
11 char pass[] = "12345678";
12
13 // Sensor configuration
14 #define SOIL_PIN 35
15 #define DHT_PIN 4
16 #define DHT_TYPE DHT11
17
18 // Relay Pins
19 #define RELAY_SOIL 26 // Relay untuk soil moisture
20 #define RELAY_TEMP 27 // Relay untuk suhu
21
22 DHT dht(DHT_PIN, DHT_TYPE);
23 BlynkTimer timer;
24
25 void sendSensorData() {
26   int soilRaw = analogRead(SOIL_PIN);
27   float temperature = dht.readTemperature();
28
29   int soilPercent = map(soilRaw, 4095, 0, 0, 100);
30
31   Serial.println("=== Data Sensor ===");
32   Serial.print("Soil Moisture: "); Serial.print(soilPercent); Serial.println(" %");
33   Serial.print("Temperature : "); Serial.print(temperature); Serial.println(" °C");
34
35   // Relay untuk Soil Moisture
36   if (soilPercent < 20) {
37     digitalWrite(RELAY_SOIL, HIGH);
38   } else {
39     digitalWrite(RELAY_SOIL, LOW);
40   }
41
42   // Relay untuk Suhu
43   if (temperature > 30) {
44     digitalWrite(RELAY_TEMP, HIGH);
45   } else {
46     digitalWrite(RELAY_TEMP, LOW);
47   }
48 }
49
50 void setup() {
51   pinMode(SOIL_PIN, INPUT);
52   pinMode(RELAY_SOIL, OUTPUT);
53   pinMode(RELAY_TEMP, OUTPUT);
54   dht.begin();
55   Blynk.config(ssid, pass);
56   timer.attach(sendSensorData, 1000);
57 }
58
59 void loop() {
60   timer.run();
61 }

```

```

34 // Relay untuk Soil Moisture
35 if (soilPercent < 50) {
36   digitalWrite(RELAY_SOIL, LOW); // ON
37   Serial.println("Relay SOIL ON - Tanah kering (<50%");
38 } else {
39   digitalWrite(RELAY_SOIL, HIGH); // OFF
40   Serial.println("Relay SOIL OFF - Tanah cukup lembab");
41 }
42
43 // Relay untuk Suhu
44 if (temperature > 30) {
45   digitalWrite(RELAY_TEMP, LOW); // ON
46   Serial.println("Relay TEMP ON - Suhu > 30°C");
47 } else {
48   digitalWrite(RELAY_TEMP, HIGH); // OFF
49   Serial.println("Relay TEMP OFF - Suhu normal");
50 }
51
52 // Kirim data ke Blynk
53 if (!isnan(temperature)) {
54   Blynk.virtualWrite(V0, soilPercent); // Moisture tanah (%)
55   Blynk.virtualWrite(V2, temperature); // Suhu udara (°C)
56 } else {
57   Serial.println("Gagal membaca suhu dari DHT11");
58 }
59
60 Serial.println("=====\n");
61 }
62
63 void setup() {
64   Serial.begin(115200);
65   dht.begin();
66   Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
67
68

```

```

49   digitalWrite(RELAY_TEMP, HIGH); // OFF
50   Serial.println("Relay TEMP OFF - Suhu normal");
51 }
52
53 // Kirim data ke Blynk
54 if (!isnan(temperature)) {
55   Blynk.virtualWrite(V0, soilPercent); // Moisture tanah (%)
56   Blynk.virtualWrite(V2, temperature); // Suhu udara (°C)
57 } else {
58   Serial.println("Gagal membaca suhu dari DHT11");
59 }
60
61 Serial.println("=====\n");
62 }
63
64 void setup() {
65   Serial.begin(115200);
66   dht.begin();
67   Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
68
69   pinMode(RELAY_SOIL, OUTPUT);
70   pinMode(RELAY_TEMP, OUTPUT);
71
72   // Pastikan semua relay OFF saat awal
73   digitalWrite(RELAY_SOIL, HIGH);
74   digitalWrite(RELAY_TEMP, HIGH);
75
76   timer.setInterval(2000L, sendSensorData); // Kirim data tiap 2 detik
77 }
78
79 void loop() {
80   Blynk.run();
81   timer.run();
82 }
83

```

Gambar 13. Kode Program

Hasil dan pembahasan

Pada penelitian ini, perangkat berhasil dirancang dan direalisasikan dengan menggunakan sejumlah komponen utama, yakni ESP32, sensor DHT11, sensor soil moisture, sensor LDR, relay, pompa DC dan baterai 9 V. Sensor soil moisture untuk mendeteksi kadar air dalam tanah yang terhubung dengan pompa DC, sedangkan sensor DHT11 untuk mengatur suhu dan kelembaban udara yang terhubung dengan kipas.

1.1 Pengujian sistem

Pengujian dilakukan dengan cara menguji beberapa modul yang terpasang pada alat sesuai dengan fungsinya. Setiap modul diuji secara bertahap untuk memastikan bahwa sistem dapat merespon perubahan kondisi lingkungan secara tepat. Selain itu, dilakukan pengujian menyeluruh terhadap integrasi sistem secara real-time selama tiga hari untuk memastikan stabilitas kerja alat dalam kondisi sebenarnya. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali per hari, yaitu setiap 3 jam mulai pukul 07.00 hingga 19.00, dengan mencatat nilai kelembaban tanah dan status pompa air, apakah dalam kondisi aktif atau tidak aktif.

Hasil dari pengujian ini disajikan pada tabel hasil uji, yang menunjukkan respon sistem terhadap perubahan suhu dan kelembaban, serta waktu aktivitas aktuator berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 1.

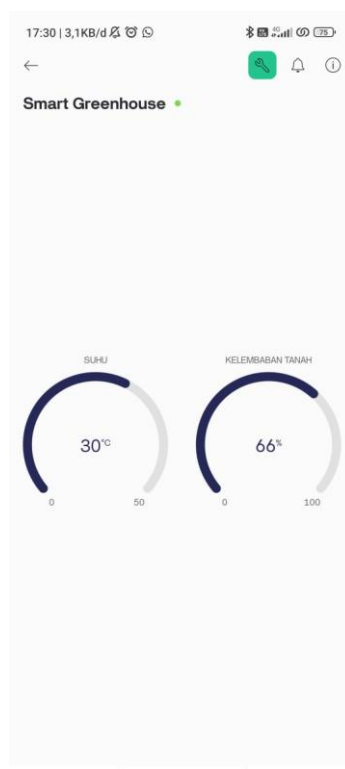
Aplikasi Blynk turut digunakan sebagai aplikasi pendukung yang memungkinkan untuk pemantauan sistem jarak jauh melalui smartphone

Tabel 1. Hasil pengujian pemantauan kelembaban tanah dan suhu

No	Hari	Waktu	Kelembaban Tanah (%)	Pompa air	Suhu (°C)	Kipas
1	Hari 1	07.00	42	Aktif	28	Tidak Aktif
2	Hari 1	10.00	60	Tidak Aktif	33	Aktif
3	Hari 1	13.00	45	Aktif	34	Aktif
4	Hari 1	16.00	52	Tidak Aktif	30	Tidak Aktif
5	Hari 1	19.00	58	Tidak Aktif	27	Tidak Aktif
6	Hari 2	07.00	39	Aktif	26	Aktif
7	Hari 2	10.00	48	Aktif	31	Tidak Aktif
8	Hari 2	13.00	55	Tidak Aktif	35	Tidak Aktif
9	Hari 2	16.00	50	Tidak Aktif	29	Aktif
10	Hari 2	19.00	62	Tidak Aktif	25	Aktif
11	Hari 3	07.00	43	Aktif	27	Aktif

12	Hari 3	10.00	59	Tidak Aktif	32	Tidak Aktif
13	Hari 3	13.00	46	Aktif	33	Tidak Aktif
14	Hari 3	16.00	53	Tidak Aktif	30	Tidak Aktif
15	Hari 3	19.00	57	Tidak Aktif	26	Aktif

Aplikasi Blynk turut digunakan sebagai aplikasi pendukung yang memungkinkan pemantauan sistem jarak jauh melalui smartphone.



Gambar 14. Aplikasi Blynk

Aplikasi Blynk berfungsi sebagai antarmuka pemantauan sistem secara real-time (Laday et al., 2025). Aplikasi ini menampilkan dua parameter, yaitu suhu dan kelembaban. Aplikasi Blynk tidak digunakan untuk kendali otomatis, melainkan hanya sebagai alat monitoring untuk memudahkan pengguna dalam memantau dari jarak jauh.

Penutup

Hasil pengujian sistem selama tiga hari menunjukkan bahwa perangkat yang dirancang mampu merespon perubahan kondisi lingkungan secara otomatis. Pompa air aktif saat tingkat kelembaban tanah berada dibawah abang batas ($< 49\%$), sedangkan kipas pendingin aktif ketika suhu lingkungan melebihi $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Sigit Rizky Pratama, 2021). Hal ini menandakan bahwa sistem berhasil menjalankan

fungsi dalam menjaga kestabilan iklim mikro pada media tanam bawang merah. Sistem ini menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya, yaitu perlunya otomatisasi dalam pengelolaan suhu dan kelembaban guna mengatasi tantangan iklim serta mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia. Dengan demikian, implementasi teknologi Internet of Things (IoT) pada sistem ini dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam mendukung pertanian presisi berbasis digital.

Saran

Untuk pengembangan alat lebih lanjut, disarankan agar sistem dilengkapi fitur. Penyimpanan data historis dan pengaturan ambang batas suhu dan kelembaban secara fleksibel juga perlu ditambahkan agar sistem lebih adaptif. Penggunaan sumber energi alternatif seperti panel surya serta perlindungan fisik tahan cuaca juga dianjurkan untuk meningkatkan efisiensi dan daya tahan alat di lapangan. Dengan peningkatan tersebut, alat akan lebih optimal dalam mendukung pertanian presisi dan teknologi di bidang pertanian.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada semua pihak yang membantu kami menyusun jurnal ini. Secara khusus, ucapan terima kasih ditujukan kepada dosen pengampu mata kuliah sistem kendali atas bimbingan, arahan dan pengetahuan yang telah mereka berikan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada teman-teman yang telah berkontribusi dalam proses penelitian dan pengujian alat.

Daftar Pustaka

- Agus, M., Ayu Maharani, P., Rafrin, M., Komputer, P. I., Produksi, J. T., Industri, D., Bacharuddin, T., & Habibie, J. (2023). *Perancangan Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah, Udara dan Suhu pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan IoT*.
- Bagaskara, K. F., Mahmudi, A., & Pranoto, Y. A. (2023). SISTEM KONTROL DAN MONITORING PADA TANAMAN BAWANG MERAH BERBASIS IOT. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Issue 1).
- Baharudin, A. M., Suhada, K., & Yudiana, Y. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Trafo Online Menggunakan Aplikasi Whatsapp Berbasis Iot Studi Kasus Pada Gardu Induk PLN 150KV Mekarsari. *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 17(3), 135–145. <https://doi.org/10.35969/interkom.v17i3.263>
- Doni, R., Ade Putri, F., & Pranita Nasution, F. (2023). *UNES Journal of Information System SUSTAINABLE SYSTEM DESIGN FOR SHALLOT CULTIVATION*. <https://fe.ekasakti.org/index.php/UJIS>

- Fatkul Yaqin, M. B., Rintyarna, B. S., & Setyawan, H. (2024). Rancang Bangun Prototipe Smart Greenhouse Berbasis IoT Untuk Mengontrol Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 6(1), 112–124. <https://doi.org/10.32528/elkom.v6i1.20697>
- Habibi, F. A., & Zaky, U. (2025). SISTEM MONITORING TINGKAT KUALITAS UDARA DAN OPTIMASI SENSOR MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS BERBASIS ANDROID. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains*, 7(2), 650–658. <https://commons.wikimedia.org/>
- Ja'far Siddiq, W., & Sulistiyowati, I. (2021). *Helm Pengukur Suhu Badan Berbasis Arduino Promini dengan Sensor MLX90614-DCI* (Vol. 15, Issue 3).
- Kesehatan Ayurweda, P., Kesehatan, F., Widya Kesehatan, E.-J., Studi Ayurweda, P., & Kesehatan, F. (2019). *I Wayan Redi Aryanta BAWANG MERAH DAN MANFAATNYA BAGI KESEHATAN I Wayan Redi Aryanta* (Vol. 1).
- Laday, R. K., Prasetyana, J., Saputra, D. D., & Achmad, Y. F. (2025). Rancang Bangun SMART Gardenig Tanaman menggunakan Blynk berbasis IoT. *KETIK : Jurnal Informatika*, 2(03), 15–21. <https://doi.org/10.70404/ketik.v2i03.146>
- Misbakhur Surur, M., Safri Fahrizal, M., Andhika Putra Pradana, D., Rohmad, C., & Shidiq, A. (2025). *SISTEM OTOMATISASI POMPA AIR BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN KONTROL WAKTU MENGGUNAKAN SENSOR RTC DS3231*.
- Rajagukguk, A., Simamora, J. F., & Ervianto, E. (2021). Rancang Bangun Pengendali Sistem Pompa Otomatis Pada Penyiraman Tanaman Berbasis Sensor Kelembaban dengan Kendali Arduino. In *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* (Vol. 8, Issue 2).
- Setiawan, K., & Fajri Aula, R. (2024). Penerapan IoT dengan Algoritma Fuzzy dan Mikrokontroler ESP32 dalam Monitoring Penyiraman. In *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)* (Vol. 5, Issue 3). <https://journal.stmiki.ac.id>
- Sigit Rizky Pratama, D. N. K. H. (2021). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Dan Suhu Tanah Untuk Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Brebes*.
- Syukhran, I., Rahmadewi, R., Teknik Elektro, J., Teknik, F., Singaperbangsa Karawang, U., & Jl Ronggowaluyo Telukjambe Timur -Karawang, K. H. (2021). *Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT* (Vol. 15, Issue 1).
- Taufiqurohman, M. N., Sugistoro, I., Firnanda, R., Yazid, H., Agung, R., Jurusan, F., Elektro, T., Informasi, T., Adhi, T., & Surabaya, T. (2023). *SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Pada Lahan Pertanian Bawang Merah*. <https://doi.org/10.31284/p.snestik.2023.4060>
- Yani Fatkhur Rohman, W., & Arif Irfa, M. (2022). Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Dengan Perata Suhu Kipas Casing CPU. In *Jurnal Motion* (Vol. 1).