

Perancangan Sistem Kendali Otomatis Kelembapan Udara untuk Greenhouse Tanaman Selada

Aughestin Neizza Frisenta^{1*}, Dinda Apriliani Putri², Pramono³

^{1*}Teknik Informatika/Fakultas
Ilmu Komputer (Universitas Duta
Bangsa Surakarta)

^{1*}230103093@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas
Ilmu Komputer (Universitas Duta
Bangsa Surakarta)

²230103097@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas
Ilmu Komputer (Universitas Duta
Bangsa Surakarta)

³Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem kendali otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk menjaga stabilitas lingkungan mikro greenhouse tanaman selada. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor kelembapan tanah YL-69, modul relay, serta platform Blynk untuk monitoring jarak jauh. Logika otomatisasi dirancang berdasarkan nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan, di mana kipas otomatis aktif saat suhu melebihi 28°C, mist maker menyala selama 20 detik saat kelembapan udara di bawah 50%, dan pompa air melakukan penyiraman saat kelembapan tanah di bawah 60%. Hasil pengujian selama tiga hari menunjukkan bahwa seluruh logika kendali pada mikrokontroler ESP32 berjalan secara akurat dan konsisten. Integrasi dengan platform Blynk memberikan kemudahan pemantauan mikroklimat secara nirkabel dari jarak jauh sehingga meminimalkan intervensi manual. Sistem ini terbukti efektif dalam menjaga stabilitas lingkungan greenhouse secara konsisten.

Kata kunci— ESP32, Greenhouse, Internet of Things, Kelembapan Udara, Selada.

Abstract— This study aims to implement an Internet of Things (IoT)-based automatic control system to maintain the stability of the microclimate environment in a lettuce greenhouse. The system utilizes an ESP32 microcontroller, a DHT11 sensor for measuring air temperature and humidity, a YL-69 soil moisture sensor, a relay module, and the Blynk platform for remote monitoring. The automation logic is designed based on predetermined threshold values, where the fan automatically activates when the temperature exceeds 28°C, the mist maker turns on for 20 seconds when air humidity falls below 50%, and the water pump performs irrigation when soil moisture drops below 60%. Testing results over three days demonstrate that all control logic on the ESP32 microcontroller operates accurately and consistently. Integration with the Blynk platform enables wireless remote microclimate monitoring, effectively minimizing manual intervention. This system has proven effective in consistently maintaining the stability of the greenhouse environment.

Keywords— Blynk, ESP32, Greenhouse, Internet of Things, Lettuce.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, namun sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan mikro. Pertumbuhan selada yang optimal sangat bergantung pada stabilitas kelembapan udara dan ketersediaan air tanah. Di wilayah tropis, suhu di dalam greenhouse sering kali meningkat tajam pada siang hari, yang diikuti dengan penurunan kelembapan udara secara drastis. Kondisi ini dapat memicu stres tanaman, *tip burn* (ujung daun terbakar), hingga kegagalan panen.

Sebagian besar sistem greenhouse yang ada saat ini masih menggunakan cara manual untuk

memantau suhu dan kelembapan, yang mengharuskan pekerja mengunjungi greenhouse setiap hari dan mengendalikannya secara langsung. Kondisi ini menimbulkan berbagai permasalahan yang berdampak pada tingkat produksi, karena suhu dan kelembapan harus dipantau secara terus-menerus guna memastikan hasil panen yang baik [1]

Perkembangan teknologi informasi pada abad ke-21 telah membuka peluang besar dalam transformasi sektor pertanian. Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang menggabungkan perangkat elektronik, sensor, dan internet untuk mengelola data dan aplikasi secara terpadu. Teknologi IoT dapat diadopsi dalam bidang pertanian sebagai media pemantauan dan pengendalian tanaman, khususnya di dalam greenhouse, dan pendekatan

ini dikenal sebagai *precision farming* atau pertanian presisi [2]. Tujuan utamanya adalah merancang sistem berbasis mikrokontroler yang sederhana dan berbiaya rendah untuk memantau nilai-nilai parameter lingkungan secara kontinu, sehingga dapat diperbarui dan dikendalikan guna mencapai pertumbuhan dan hasil panen tanaman yang optimal [3]

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, diperlukan sebuah sistem otomasi yang mampu melakukan tindakan korektif secara mandiri melalui kendali perangkat keras untuk menjaga parameter lingkungan tetap dalam rentang ideal tanpa intervensi manusia secara terus-menerus.

B. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas teknologi IoT dalam mengoptimalkan budidaya tanaman. Selada membutuhkan kelembapan udara ideal antara 60% hingga 80%. Jika parameter ini tidak terpenuhi, proses transpirasi tanaman akan terganggu yang berdampak pada kualitas rasa dan tekstur daun [4].

IoT merupakan teknologi yang menggabungkan perangkat elektronik, sensor, dan internet untuk mengelola data dan aplikasi secara terpadu, yang dapat diadopsi dalam bidang pertanian sebagai media pemantauan dan pengendalian tanaman di dalam greenhouse. Penerapan pertanian presisi akan lebih efektif di dalam greenhouse karena kondisi lingkungan yang serupa lebih mudah untuk direkayasa, dengan memanfaatkan mikrokontroler yang harganya terjangkau dan mudah diperoleh di pasaran [2]

Pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan pH tanah secara kontinu merupakan hal yang diperlukan dalam sistem greenhouse guna mencapai pertumbuhan dan hasil panen tanaman yang optimal [3]

Kombinasi IoT dan teknologi tertanam telah membantu menghadirkan solusi atas banyak permasalahan praktis yang ada, dengan sensor YL-69 dan DHT11 sebagai komponen utama

untuk membaca data kelembapan tanah serta suhu dan kelembapan udara secara real-time [1]

Integrasi sensor-sensor tersebut dengan aktuator seperti *mist maker* dan kipas sirkulasi memungkinkan terciptanya sistem kendali tertutup (*closed-loop system*) yang mampu menstabilkan kelembapan lingkungan secara presisi. Selain itu, sistem peringatan dini berbasis sensor kelembapan tanah menjadi krusial untuk memastikan media tanam tidak mencapai titik layu permanen [5].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Studi Literatur

Tahap awal penelitian dilakukan dengan studi literatur untuk mengumpulkan teori pendukung mengenai parameter lingkungan ideal bagi tanaman selada, khususnya ambang batas kelembapan udara yang memicu pertumbuhan optimal serta mencegah penyakit tanaman. Selain itu, dilakukan kajian terhadap dokumentasi teknis mikrokontroler ESP32, sensor DHT11, dan sistem kendali otomatis berbasis *threshold*.

B. Alat dan Bahan

Beberapa alat yang digunakan untuk sistem kendali ini adalah

1. ESP32

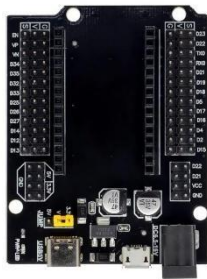
Microcontroller ESP32 merupakan alat serbaguna dalam penelitian IoT, menawarkan berbagai aplikasi mulai dari sistem keamanan, pemantauan industri dan alat pendidikan. Integrasi ESP32 dalam berbagai sistem IoT menunjukkan adaptabilitas dan efisiensinya dalam pemrosesan data dan komunikasi real time [6].



Gambar 1. ESP32

2. Expansion Board

Expansion board Adalah papan sirkuit tambahan (modul *breakout base plate*) yang berfungsi untuk memperluas fungsi dan mempermudah akses pin *General Purpose Input/Output* (GPIO) pada mikrokontroler ESP32.

Gambar 2. *Expansion Board*

3. Sensor DHT11

DHT11 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan relatif udara. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan thermistor dan kapasitor, serta mengirimkan data melalui pin digital. DHT11 dikenal memiliki akurasi tinggi, waktu respon cepat, ukuran yang ringkas, dan harga yang relatif terjangkau dibandingkan alat ukur sejenis [7].



Gambar 3. DHT11

4. Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektrik. Bagian elektromekanis (electromechanical) terdiri dari dua bagian yaitu elektromagnet (kumparan) dan mekanik (saklar set/saklar kontak). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk mengontrol kontak pensaklaran agar menggunakan arus kecil (daya rendah) yang dapat menghantarkan tegangan tinggi [8].



Gambar 4. Relay

5. Sensor Kelembapan Tanah

Soil moisture sensor YL-69 adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian resistansinya membaca untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering menghantarkan sangat listrik sulit (resistansi besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah [9].



Gambar 5. Sensor YL-69

6. Mist Maker

Aktuator pengabut air yang berfungsi meningkatkan kelembapan udara saat kondisi lingkungan terdeteksi terlalu kering.



Gambar 6. Ultrasonic Mist Maker

7. Kipas

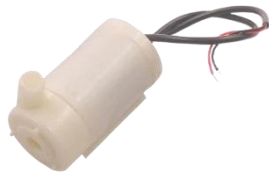
Kipas yang berfungsi mengeluarkan udara lembap berlebih untuk menjaga sirkulasi dan menurunkan kelembapan udara.



Gambar 7. Kipas DC

8. Pompa

Pompa berfungsi meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam proses penyiraman, maupun sistem irigasi secara real-time dan jarak jauh.



Gambar 8. Pompa

9. Kabel Jumper

Kegunaan kabel jumper ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel jumper digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian [10]



Gambar 9. Kabel Jumper

10. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak open source yang digunakan untuk menulis kode, perangkat lunak ini dibuat menggunakan Java dan dapat bekerja di berbagai platform seperti Windows, Mac dan Linux. Arduino IDE memiliki fitur seperti kebanyakan tools untuk menulis bahasa pemrograman seperti syntax highlighting yang memberikan kemudahan pada saat proses menulis kode program [11].



Gambar 10. Arduino IDE

11. Blynk

Blynk adalah platform data terbuka dan Application Programming Interface (API) untuk Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan mengambil tindakan berdasarkan data dari sensor dan actuator[12].



Gambar 11. Pompa

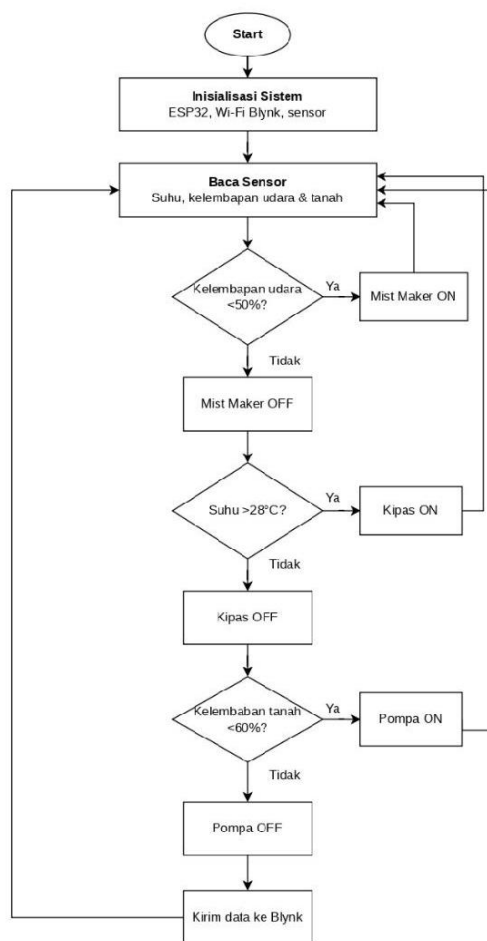
C. Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini mencakup dua aspek utama, yaitu alur logika kerja perangkat lunak melalui *flowchart* dan integrasi perangkat keras melalui diagram blok.

1. Flowchart

Flowchart pada Gambar 12 menggambarkan alur kerja sistem kendali otomatis greenhouse secara keseluruhan. Sistem dimulai dengan inisialisasi perangkat meliputi ESP32, koneksi Wi-Fi, platform Blynk, dan seluruh sensor. Setelah inisialisasi berhasil, ESP32 membaca data sensor secara kontinu mencakup suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah.

Pembacaan data kemudian memasuki tiga tahap pengecekan threshold secara berurutan. Pertama, jika kelembapan udara terdeteksi di bawah 50% maka mist maker akan otomatis menyala, dan jika tidak maka mist maker tetap dalam kondisi mati. Kedua, jika suhu melebihi 28°C maka kipas akan otomatis aktif untuk menurunkan suhu ruang, dan jika tidak maka kipas tetap mati. Ketiga, jika kelembapan tanah berada di bawah 60% maka pompa air akan menyala untuk melakukan penyiraman otomatis, dan jika tidak maka pompa tetap mati. Setelah seluruh pengecekan selesai, data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke platform Blynk untuk keperluan monitoring jarak jauh, kemudian siklus pembacaan sensor diulang kembali dari awal secara terus-menerus.



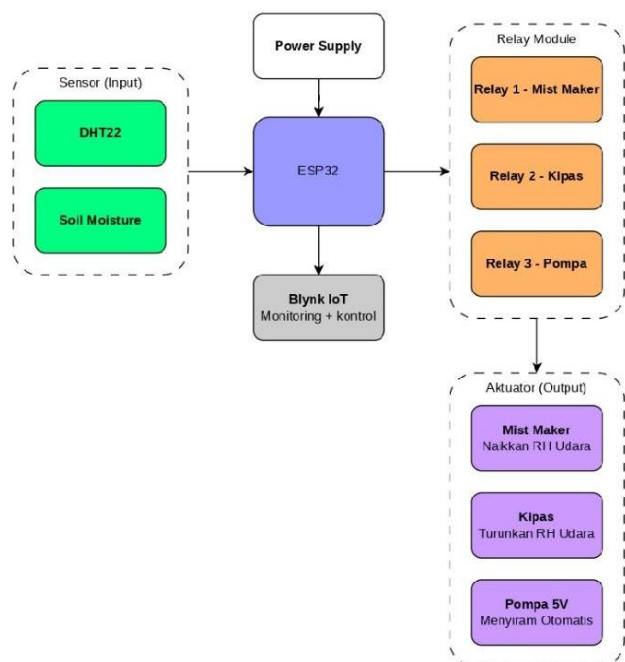
Gambar 12. Flowchart

2. Diagram Blok

Diagram blok pada Gambar 13 menggambarkan arsitektur keseluruhan sistem yang terbagi menjadi empat bagian utama. Bagian pertama adalah sumber daya berupa *power supply* yang menyuplai tegangan ke seluruh komponen sistem. Bagian kedua adalah unit input yang terdiri dari sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, serta sensor *soil moisture* untuk mengukur kelembapan tanah. Kedua sensor ini mengirimkan data secara langsung ke mikrokontroler ESP32.

Bagian ketiga adalah unit pemrosesan yaitu mikrokontroler ESP32 yang berfungsi mengolah data dari sensor, menjalankan logika threshold, serta berkomunikasi dengan platform Blynk IoT untuk keperluan monitoring dan kendali jarak jauh. Berdasarkan hasil pengolahan data, ESP32 memberikan perintah ke bagian keempat yaitu modul relay yang terdiri dari tiga channel,

masing-masing mengendalikan satu aktuator. Relay 1 mengaktifkan mist maker untuk menaikkan kelembapan udara, Relay 2 mengaktifkan kipas untuk menurunkan kelembapan udara, dan Relay 3 mengaktifkan pompa 5V untuk melakukan penyiraman otomatis pada media tanam.



Gambar 13. Diagram Blok

D. Logika Operasi Sistem

Berdasarkan alur kerja sistem, ESP32 akan melakukan pembacaan data secara kontinu. Jika nilai kelembapan udara berada di bawah 50%, sistem memicu *mist maker* melalui relay. Sebaliknya, jika kelembapan melebihi 80%, kipas akan diaktifkan. Untuk kelembapan tanah, sistem difokuskan pada pemantauan kondisi kritis yang akan memicu pesan peringatan (*alert*) jika tanah terdeteksi kering.

E. Logika Kode Program (Source Code)

Pemrograman mikrokontroler difokuskan pada sinkronisasi pembacaan parameter lingkungan dan respons aktuator. Struktur kode program ini didasarkan pada tiga poin fungsional antara lain batas parameter, penjadwalan tugas, pengalihan mode manual/otomatis.

```

greenhouse.ino
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL5CVIaGfF"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Greenhouse"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "0hcnmGdSdRqgm-XQInd_v6RvZ3n8"
4
5 #include <WiFi.h>
6 #include <ESP8266WebServer.h>
7 #include <ESP8266.h>
8
9 char ssid[] = "vivo 1938";
10 char pass[] = "dindalah";
11
12 #define SOIL_PIN 34
13 #define DHT_PIN 4
14
15 #define MIST_PIN 18
16 #define FAN_PIN 25
17 #define PUMP_PIN 26
18
19 #define DHT_TYPE DHT22
20
21 #define Suhu_FAN_ON 25.0
22 #define RH_MIST_ON 50.0
23 #define SOIL_PUMP_ON 60
24
25 #define SEND_INTERVAL 2000

```

Gambar 14. Kode Program

```

greenhouse.ino
25 #define SEND_INTERVAL 2000
26
27 DHT dht(DHT_PIN, DHT_TYPE);
28 BlynkTimer timer;
29
30 bool mistOn = false;
31 bool fanOn = false;
32 bool pumpOn = false;
33 bool modeAuto = true; // Default: AUTO (switch Manual = OFF)
34
35 // Variabel Penunjuk Waktu Pompa
36 unsigned long waktuPompaMulai = 0;
37 bool pompaSedangMenyiram = false;
38 unsigned long waktuPompaMati = 0;
39 bool pompaSedangJeda = false;
40
41 // Variabel Baru: Penunjuk Waktu Mist Maker
42 unsigned long waktuMistMulai = 0;
43 bool mistSedangAktif = false;
44
45 void jalankanAlat(int pin, bool statusOn) {
46   digitalWrite(pin, statusOn ? LOW : HIGH);
47 }

```

Gambar 15. Kode Program

```

greenhouse.ino
51 //
52 BLYNK_WRITE(V4) {
53   int val = param.asInt();
54   modeAuto = (val == 0);
55
56   Serial.print("[MODE] Sekarang: ");
57   Serial.println(modeAuto ? "AUTOMATIC" : "MANUAL");
58
59   // Reset semua alat dan status siklus waktu saat ganti mode
60   mistOn = false; fanOn = false; pumpOn = false;
61   pompaSedangMenyiram = false; pompaSedangJeda = false;
62   mistSedangAktif = false;
63
64   jalankanAlat(MIST_PIN, false);
65   jalankanAlat(FAN_PIN, false);
66   jalankanAlat(PUMP_PIN, false);
67
68   Blynk.virtualWrite(V2, 0);
69   Blynk.virtualWrite(V3, 0);
70   Blynk.virtualWrite(V6, 0);
71
72   if (modeAuto) {
73     Serial.println("[AUTO] Sistem otomatis aktif.");
74   } else {
75     Serial.println("[MANUAL] Semua alat standby.");
76   }
77 }

```

Gambar 16. Kode Program

```

greenhouse.ino
88 // Kontrol Manual - Hanya berfungsi saat mode MANUAL aktif
89 //
90 BLYNK_WRITE(V2) { // Mist Maker
91   if (modeAuto) {
92     mistOn = param.asInt() == 1;
93     jalankanAlat(MIST_PIN, mistOn);
94     Serial.print("[MANUAL] Kelembaban Udara - Mist maker: "); Serial.println(mistOn ? "ON" : "OFF");
95   } else {
96     Blynk.virtualWrite(V2, 0);
97     Serial.println("[PERINGATAN] Tidak bisa kontrol manual saat mode AUTO!");
98   }
99 }
100
101 BLYNK_WRITE(V3) { // Kipas
102   if (modeAuto) {
103     fanOn = param.asInt() == 1;
104     jalankanAlat(FAN_PIN, fanOn);
105     Serial.print("[MANUAL] Suhu - Kipas: "); Serial.println(fanOn ? "ON" : "OFF");
106   } else {
107     Blynk.virtualWrite(V3, 0);
108     Serial.println("[PERINGATAN] Tidak bisa kontrol manual saat mode AUTO!");
109   }
110 }
111
112 BLYNK_WRITE(V6) { // Pompa
113   if (modeAuto) {
114     pumpOn = param.asInt() == 1;

```

Gambar 17. Kode Program

```

greenhouse.ino
186 pumpOn = param.asInt() == 1;
187 jalankanAlat(PUMP_PIN, pumpOn);
188 Serial.print("[MANUAL] Pompa: "); Serial.println(pumpOn ? "ON" : "OFF");
189 } else {
190   Blynk.virtualWrite(V6, 0);
191   Serial.println("[PERINGATAN] Tidak bisa kontrol manual saat mode AUTO!");
192 }
193 }
194
195 //
196 // Baca Sensor & Logika Otomatis
197 //
198 void bacaSensorDanKendali() {
199   float suhu = dht.readTemperature();
200   float rh = dht.readHumidity();
201
202   if (!isnan(suhu) || !isnan(rh)) {
203     Serial.println("[INFO] Gagal baca data Sensor DHT!");
204     return;
205   }
206
207   int soilRaw = analogRead(SOIL_PIN);
208   int soilPct = map(soilRaw, 1000, 1500, 0, 100);
209   soilPct = constrain(soilPct, 0, 100);
210
211   Blynk.virtualWrite(V0, suhu);
212   Blynk.virtualWrite(V1, rh);
213   Blynk.virtualWrite(V5, soilPct);

```

Gambar 18. Kode Program

```

greenhouse.ino
133 Blynk.virtualWrite(V5, soilPct);
134
135 if (modeAuto) {
136   // 1. Otomatis Mist Maker (Mist Menyala jika RH < 50%)
137   if (rh < RH_MIST_ON) {
138     if (!mistSedangAktif) {
139       mistSedangAktif = true;
140       waktuMistMulai = millis();
141       jalankanAlat(MIST_PIN, true);
142       Blynk.virtualWrite(V2, 1);
143       Serial.println("[AUTO] Mist maker ON: Berjalan 20 Detik...");
144     }
145   }
146
147   // 2. Otomatis Kipas (Suhu > 25°C)
148   if (suhu > Suhu_FAN_ON) {
149     if (!fanOn) {
150       fanOn = true;
151       jalankanAlat(FAN_PIN, true);
152       Blynk.virtualWrite(V3, 1);
153       Serial.println("[AUTO] Kipas ON");
154     }
155   } else {
156     if (fanOn) {
157       fanOn = false;
158       jalankanAlat(FAN_PIN, false);
159       Blynk.virtualWrite(V3, 0);

```

Gambar 19. Kode Program

```

greenhouse.ino
200 Blynk.virtualWrite(V2, 0);
201 Serial.println("[AUTO] Kipas OFF");
202 }
203
204 // 3. Otomatis Pompa (Jika 3 detik = Jeda 10 detik jika tanah < 60%)
205 if (soilPct < SOIL_PUMP_ON) {
206   if (!pompaSedangMenyiram && !pompaSedangJeda) {
207     pompaSedangMenyiram = true;
208     waktuPompaMulai = millis();
209     jalankanAlat(PUMP_PIN, true);
210     Blynk.virtualWrite(V6, 1);
211     Serial.println("[AUTO] Pompa Menyiram: Mulai 3 Detik...");
212   }
213 }
214
215 Serial.println("-----");
216 Serial.print("Mode Sistem: "); Serial.println(modeAuto ? "AUTOMATIC" : "MANUAL");
217 Serial.print("Suhu (V0): "); Serial.println(suhu, 1); Serial.print("RH (%): ");
218 Serial.print("RH (V1): "); Serial.println(rh, 1); Serial.print("RH (%): ");
219 Serial.print("Soil Pct (V5): "); Serial.println(soilPct); Serial.print("V2: ");
220 Serial.print("Status Mist: "); Serial.println(mistSedangAktif ? "ON (Siklus 20 Detik)" : "OFF");
221 Serial.print("Status Pompa: ");
222 Serial.print("Status Pompa: "); Serial.println(pompaSedangMenyiram ? "MENYIRAM (3 Detik)" : "JEDA");
223 else if (pompaSedangJeda) Serial.println("JEDA (10 Detik)");
224 else Serial.println("digitalRead(PUMP_PIN) == LOW if 'on' > 'off'");
225 Serial.println("-----");

```

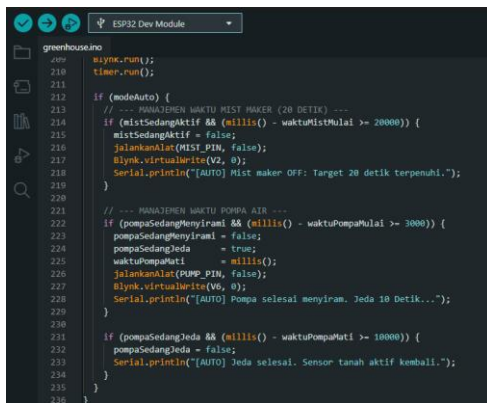
Gambar 20. Kode Program

```

greenhouse.ino
186
187 void setup() {
188   Serial.begin(115200);
189
190   pinMode(DHT_PIN, INPUT_PULLUP);
191   pinMode(MIST_PIN, OUTPUT);
192   pinMode(FAN_PIN, OUTPUT);
193   pinMode(PUMP_PIN, OUTPUT);
194
195   jalankanAlat(MIST_PIN, false);
196   jalankanAlat(FAN_PIN, false);
197   jalankanAlat(PUMP_PIN, false);
198
199   dht.begin();
200   Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
201   timer.setInterval(SEND_INTERVAL, bacaSensorDanKendali);
202   Serial.println("==== Greenhouse Siap dan Stabil ===");
203 }
204
205 void loop() {
206   Blynk.run();
207   timer.run();
208
209   if (modeAuto) {
210     // --- MANAJEMEN WAKTU MIST MAKER (20 DETIK) ---
211     if (mistSedangAktif && (millis() - waktuMistMulai > 20000)) {
212       mistSedangAktif = false;

```

Gambar 21. Kode Program



Gambar 22. Kode Program

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tahapan perancangan yang telah dilakukan, Sistem Kendali Otomatis Kelembapan Udara untuk Greenhouse Tanaman Selada berbasis IOT ini berhasil direalisasikan dengan baik. Pemilihan selada (*Lactuca sativa*) pada penelitian ini didasarkan pada karakteristik tanaman yang sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Tanaman ini membutuhkan paparan suhu yang sejuk dengan ambang batas maksimal 28°C, kelembapan udara konstan (idealnya berkisar antara 60%–80%), serta tingkat kelembapan tanah yang dijaga minimal 60% untuk mencegah fenomena tipburn (ujung daun terbakar) dan mengoptimalkan fase vegetatifnya. Di sinilah peran krusial struktur greenhouse sebagai lingkungan binaan yang mengisolasi tanaman dari fluktuasi cuaca ekstrem di luar.

Efektivitas sistem dalam menjaga stabilitas parameter lingkungan tersebut dibuktikan melalui tiga tahapan pemaparan, yaitu dokumentasi fisik komponen hardware yang terpasang pada greenhouse, implementasi fungsional dashboard Blynk sebagai media monitoring mikroklimat selada berbasis IoT secara real-time, serta analisis komparatif hasil pengujian sistem terhadap respon pertumbuhan tanaman.

A. Realisasi Fisik Perancangan Alat

Seluruh komponen utama dilindungi di dalam maket menggunakan pelapis transparan untuk mensimulasikan kondisi mikroklimat asli.

Komponen pemroses data, modul relay biru sebagai saklar aktuator, serta jalur perkabelan diintegrasikan secara terpusat di sisi luar dan dalam maket untuk memudahkan pemeliharaan serta memastikan pembacaan sensor kelembapan di dalam ruang tanam berjalan optimal.



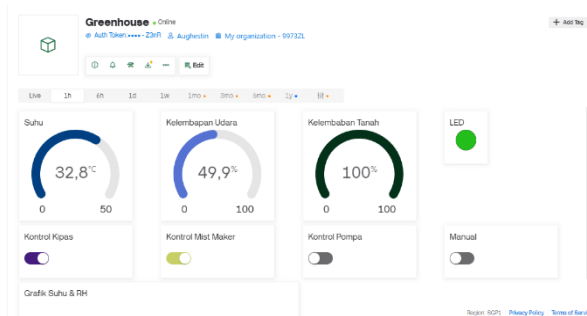
Gambar 23. Realisasi Fisik Alat



Gambar 24. Realisasi Fisik Alat

B. Implementasi Antarmuka Monitoring

Proses monitoring pada sistem ini memanfaatkan aplikasi Blynk guna mempermudah pengawasan dari jarak jauh. Melalui grafik dan widget yang dirancang pada dashboard Blynk, pemantauan harian dapat terdokumentasi dengan rapi. Integrasi berbasis IoT ini memberikan efisiensi tinggi bagi petani selada dalam memastikan otomatisasi berjalan stabil tanpa harus melakukan pengecekan manual ke dalam greenhouse.



Gambar 25. Tampilan Aplikasi Blynk

C. Pengujian dan Analisis Kinerja Sistem

Guna mengevaluasi fungsionalitas perangkat secara menyeluruh, serangkaian pengujian parameter lingkungan telah dilakukan. Korelasi antara tingkat kelembapan udara hasil pembacaan sensor dan aksi otomatis dari saklar aktuator dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengujian Kelembapan Tanah

No	Hari	Waktu	Kelembapan tanah	Pompa Air
1.	Hari 1	16.01	100%	Mati
2.	Hari 1	17.00	100%	Mati
3.	Hari 1	18.00	98%	Mati
4.	Hari 2	09.45	55%	Menyala
5.	Hari 2	13.15	80%	Mati
6.	Hari 2	17.00	92%	Mati
7.	Hari 3	07.30	88%	Mati
8.	Hari 3	12.50	78%	Mati
9.	Hari 3	18.05	90%	Mati

Tabel 2. Pengujian Suhu

No	Hari	Waktu	Suhu	Kipas
1.	Hari 1	16.01	32,4	Menyala
2.	Hari 1	17.00	32,8	Menyala
3.	Hari 1	18.00	30,5	Menyala
4.	Hari 2	09.45	26,4	Mati
5.	Hari 2	13.15	33,1	Menyala
6.	Hari 2	17.00	29,8	Menyala
7.	Hari 3	07.30	23,5	Mati
8.	Hari 3	12.50	31,8	Menyala
9.	Hari 3	18.05	25,5	Menyala

Tabel 3. Pengujian Kelembapan Udara

No	Hari	Waktu	Kelembapan Udara	Mist Maker
1.	Hari 1	16.01	55,40%	Mati
2.	Hari 1	17.00	49,9%	Menyala

3.	Hari 1	18.00	68,2%	Mati
4.	Hari 2	09.45	72,10%	Mati
5.	Hari 2	13.15	45,60%	Menyala
6.	Hari 2	17.00	49,90%	Menyala
7.	Hari 3	07.30	82,30%	Mati
8.	Hari 3	12.50	46,10%	Menyala
9.	Hari 3	18.05	62,70%	Mati

IV. KESIMPULAN

Sistem kendali otomatis kelembapan udara untuk greenhouse tanaman selada berbasis IoT telah berhasil direalisasikan dan berfungsi dengan baik. Hasil evaluasi selama tiga hari membuktikan bahwa seluruh logika pengondisian threshold pada mikrokontroler ESP32 berjalan dengan akurat dan konsisten. Aktuator kipas, mist maker, dan pompa air mampu merespon dinamika perubahan parameter lingkungan secara instan tepat saat kondisi melewati ambang batas yang telah diprogram.

Selain itu, integrasi dengan platform Blynk memberikan efisiensi yang optimal dalam mempermudah pengawasan kondisi lingkungan secara nirkabel dari jarak jauh. Keberhasilan implementasi ini secara langsung telah menjawab dan merealisasikan tujuan utama dari penulisan penelitian ini, yaitu menghadirkan solusi teknologi tepat guna yang mampu mengurangi pekerjaan manual secara langsung, melalui pemanfaatan sistem tertanam (embedded system). Perubahan naik-turunnya kondisi udara di dalam greenhouse dapat dikendalikan dengan tepat, hal tersebut menjadi sangat penting bagi tanaman selada yang membutuhkan tingkat kelembapan yang stabil demi mencegah risiko kerusakan pada daun, sehingga pada akhirnya, target penulisan untuk membuktikan reliabilitas sistem kendali otomatis dalam mendukung pertanian yang terukur dan berkelanjutan telah sepenuhnya tercapai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses pembelajaran sehingga penelitian ini dapat

diselesaikan dengan baik. Kami juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh anggota kelompok atas kerja sama dan kontribusi yang diberikan selama proses perancangan, pengujian, hingga penulisan jurnal ilmiah ini. Tidak lupa, terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] M. Danita, Blessy Mathew, Nithila Shereen, Namrata Sharon, and J. John Paul, *IoT based Automated Greenhouse Monitoring System*. [IEEE], 2018. [10]
- [2] I. Ardiansah, N. Bafdal, E. Suryadi, and A. Bono, "Greenhouse Monitoring and Automation Using Arduino: a Review on Precision Farming and Internet of Things (IoT)," vol. 10, no. 2, 2020. [11]
- [3] Vimal P V and Dr. K S Shivaprakasha, *IOT Based Greenhouse Environment Monitoring and Controlling System using Arduino Platform*. IEEE, 2017. [12]
- [4] G. M. Bonde, D. P. M. Ludong, and M. E. I. Najoan, "Smart Agricultural System in Greenhouse based on Internet of Things for Lettuce (*Lactuca sativa* L.)," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, Jan. 2021.
- [5] W. ode denada mar ella -, F. B. -, A. W. -, and A. M. -, "SMARTSOIL: SISTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ESP32 DAN SENSOR SOIL MOISTURE," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 1, Jan. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8788.
- F. Nuryadi, N. Wayan, P. Septiani, and M. Lestari, "IMPLEMENTASI ESP32 UNTUK SISTEM PEMANTAUAN KESUBURAN TANAH BERBASIS IOT," 1253.
- D. Julianto, T. S. Solliu, A. Alamsyah, A. Mustari, and M. Martdiansyah, "SISTEM MONITORING CUACA PADA LAHAN PERTANIAN BERBASIS IoT," *Foristek*, vol. 15, no. 1, Jun. 2025, doi: 10.54757/fs.v15i1.753.
- M. F. Makarim, S. Nurmuslimah, D. Danang, H. Sulaksono, I. T. Adhi, and T. Surabaya, "Sistem Kontrol Otomatis Penyemprotan Pestisida Pada Lahan Pertanian Padi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Internet of Things."
- B. T. Anggara, M. F. Rohmah, and Sugianto, "SISTEM PENGUKUR KELEMBABAN TANAH PERTANIAN DAN PENYIRAMAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," Apr. 2019.
- A. R. Azhar, D. A. Setiawan, N. A. A. Yasmin, T. A. Putri, and G. F. Nama, "SISTEM MONITORING KAPASITAS AIR DAN PENGISIAN OTOMATIS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MODUL ESP8266," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3966.
- H. Jurnal, D. A. Jakaria, and M. R. Fauzi, "APLIKASI SMARTPHONE DENGAN PERINTAH SUARA UNTUK MENGENDALIKAN SAKLAR LISTRIK MENGGUNAKAN ARDUINO," *JUTEKIN*, vol. 8, no. 1, 2020.
- A. A. Saputra, B. Irawan, H. Akbar, and H. Arfian, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE DRYER HOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS," 2025. [Online]. Available: <https://digitalbisa.id>