

# SISTEM MONITORING DAN PENGENDALIAN IKLIM MIKRO PADA GREENHOUSE BERBASIS IOT UNTUK TANAMAN SAWI

Septiana Nurul Suci<sup>1</sup>, Ratnasari Nur Rohmah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan,  
Kartasura, Sukoharjo 57102, Indonesia

Email korespondensi: Septiananurulsuci@gmail.com

## Abstrak

Tanaman sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi, namun budidayanya di lahan terbuka menghadapi tantangan seperti hama, cuaca ekstrem, dan intensitas cahaya rendah. Pada musim kemarau, sawi tumbuh baik namun harga rendah, sedangkan di musim hujan produksinya menurun akibat kelebihan air, sehingga dapat menyebabkan harga naik. *Greenhouse* menjadi solusi efektif karena mampu melindungi tanaman dari kondisi lingkungan yang tidak stabil. Meski lebih terkontrol, lingkungan dalam *Greenhouse* tetap perlu dipantau agar parameter seperti suhu, cahaya, dan kelembaban tetap ideal. Penelitian ini untuk merancang sistem *Smart Greenhouse* berbasis IoT menggunakan sensor DHT22, BH1750, Soil Moisture YL-69, RTC, dan Water Level, serta mikrokontroler ESP32. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan otomatis berbasis teknologi IoT (*Internet of Things*) dengan memanfaatkan sensor untuk mengukur parameter penting dalam pertumbuhan sawi, yaitu suhu udara berkisar antara 20–35°C, intensitas cahaya 1700 lux, dan kelembaban tanah berkisar antara 60–80% semua data sensor dapat dipantau melalui aplikasi *Blynk*. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur pemberitahuan penyemprotan pupuk secara manual dengan *smartphone* dan pemantauan melalui aplikasi *Blynk*. Hasil dari penelitian dan pengujian sistem ini adalah sistem beroperasi dengan baik dalam arti keadaan iklim mikro mampu dimonitor dan dikontrol otomatis menggunakan *Smartphone* dengan aplikasi *Blynk*.

**Kata kunci:** *Smart Greenhouse; Iklim Mikro; Internet of Things (IoT); Tanaman Sawi.*



## 1. PENDAHULUAN

Sayuran sawi tergolong sayuran yang banyak dikonsumsi oleh penduduk Indonesia, karena rasanya yang manis dan memiliki kandungan gizi yang tinggi. Sejauh ini, petani tradisional menanam sawi di lingkungan terbuka, akibatnya saat musim hujan banyak tanaman yang rusak terkena air hujan dan terserang penyakit. Saat musim kemarau, kualitasnya turun karena daun sawi dimakan serangga. Panen petani juga terhambat oleh sejumlah faktor lain. Musim hujan yang berkepanjangan, sinar matahari yang kurang efektif, serangan hama, dan pemilihan pupuk yang tidak tepat adalah beberapa faktor tersebut. Solusinya dengan mengintensifkan usaha, maka dapat diupayakan peningkatan produksi sawi. Pengelolaan tanah, udara, dan air merupakan beberapa faktor alam yang mempengaruhi produktivitas tanaman sawi yang menjadi fokus upaya intensifikasi. Agar budidaya tanaman sawi lebih efektif dalam usaha ini, kemajuan teknologi harus memberikan dorongan (Arrafi & Prasetio, 2024).

Pengamatan iklim mikro yang ada di dalam *Greenhouse* yaitu kelengasan tanah, kelembaban lingkungan, suhu lingkungan, intensitas matahari, dan suhu tanah harus selalu diperhatikan agar pertumbuhan tanaman dapat dioptimalkan. Informasi iklim mikro ini sangat penting karena terkait langsung dengan tindakan lanjutan, untuk menjamin agar tanaman dapat tetap tumbuh optimal (Telaumbanua et al., 2014). Sebuah teknologi yang dikenal dengan *Smart Greenhouse* dapat membantu manusia dalam membudidayakan tanaman sawi sendiri. Orang tidak perlu menghabiskan banyak waktu untuk merawat tanaman mereka dengan menggunakan *Smart Greenhouse*.

kondisi tanaman sawi akan optimum jika *Greenhouse* suhunya 35°C dengan intensitas cahaya 1700 lux menghasilkan nilai dan kelembaban yang dikontrol secara konstan yaitu  $\pm 80\%$  (Putra et al., 2021). Menggunakan *smartphone* monitoring, pengawasan juga dapat dilakukan dengan lebih cermat. Memberikan kemudahan pemantauan dapat dilakukan secara fleksibel dimana dan kapan pun melalui *smartphone* tanpa harus berada dalam lokasi *Greenhouse*.

Penelitian sebelumnya membuat rancang bangun *Smart Greenhouse* untuk budidaya tanaman sawi pakcoy berbasis Android. Mengenai sistem kontrol suhu dan kelembaban tanah berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Dirancang dan diuji pada penelitian ini, begitu juga sistem penyiraman tanaman otomatis untuk kontrol ini. Bagian untuk mengenali suhu dan panas yang digunakan adalah sensor DHT22. Penelitian ini menggunakan desain teknik untuk produksi sistem otomatisasi. Menghasilkan rumah kaca pintar yang mampu mengendalikan sistem dan perangkat pemantauan dari jarak jauh, seperti sensor sehingga dapat memodifikasi iklim untuk mengoptimalkan kondisi dan proses pertumbuhan tanaman di rumah kaca (Kolo et al., 2023).

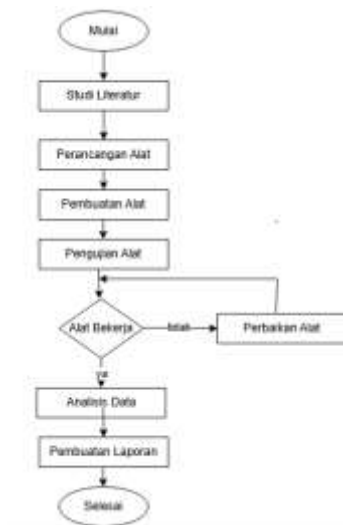


Penelitian lain yaitu monitor dan kontrol otomatis iklim mikro *Greenhouse* dengan Platform IoT *Blynk*. Menggunakan Arduino Mega 2560 Wifi yang mana sudah tertanam modul wifi, selain itu dalam mengoptimalkan kendali iklim mikro menggunakan sensor. Sensor yang digunakan suhu dan kelembaban udara (DHT11), sensor kelembaban tanah (soil moisture), sensor intensitas cahaya (BH1750), sensor ultrasonic HC-SR04 untuk memonitor ketersediaan air. Penulis menambahkan sumber tegangan (daya) dari tenaga surya (PLTS) yang di monitoring dengan sensor tegangan INA219. Sistem dapat diterapkan didaerah yang jauh dari jangkauan listrik. Semua aktivitas pembacaan sensor dan kendali aktuator serta pengambilan gambar diakses lewat android secara real time melalui aplikasi *Blynk* (Setyanto & Salahuddin, 2022).

Berbekal dari penelitian yang telah disebutkan, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait pengembangan prototipe Sistem *Smart Greenhouse* berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk mendukung pertumbuhan tanaman sawi. Penelitian ini menghadirkan konsep inovatif dengan menambahkan fitur penyemprotan pupuk nutrisi secara otomatis dan berkala. Berguna untuk mengoptimalkan pertumbuhan serta kualitas tanaman sawi. Sistem ini memanfaatkan modul RTC (Real Time Clock) yang berfungsi sebagai pengatur waktu otomatis untuk penyemprotan pupuk sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Diharapkan, inovasi ini dapat memberikan kemudahan bagi petani dalam proses budidaya tanaman sawi serta meningkatkan hasil panen yang optimal dan berkualitas.

## 2. METODE

### 2.1 Tahap Penelitian



Gambar 1. *Flowchart* penelitian



Tahap penelitian yang pertama adalah studi literatur. Pada tahapan bertujuan untuk menguasai materi mengenai sistematika serta pengiriman data sensor dengan ESP32 untuk mengirimkan sinyal ke relay untuk menghidupkan aktuator, kemudian melakukan pengembangan dengan menghubungkannya ke IoT melalui aplikasi *Blynk*.

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah tahap perancangan alat. Pada tahap ini dilakukan proses perancangan alat yang akan dibuat, dimulai dari pembuatan desain 3D dan desai sistem hingga pemrograman menggunakan Arduino IDE pada ESP32, agar dapat terhubung dan berkomunikasi dengan sensor serta aktuator yang digunakan. Selain itu, tahap ini juga mencakup perancangan sistem alat dan pengiriman data ke perangkat IoT.

Tahap ketiga dalam penelitian ini adalah proses pembuatan alat, yakni merealisasikan rancangan yang telah disusun sebelumnya. Pembuatan alat dilakukan berdasarkan desain yang telah direncanakan dan juga melakukan kalibrasi terhadap sensor yang digunakan agar nilai yang ditentukan dapat sesuai, disertai dengan pengunggahan program ke mikrokontroler ESP32.

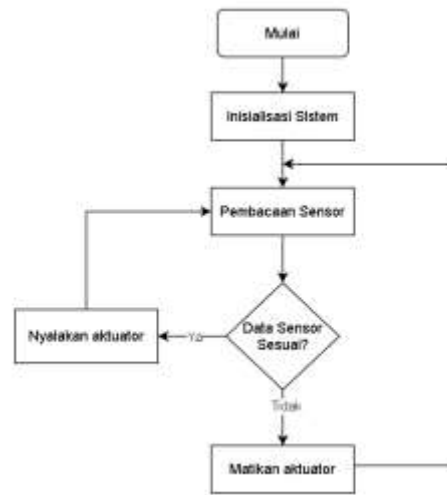
Tahap keempat dalam penelitian adalah pengujian alat, yaitu tahap untuk menguji dan mengamati kinerja alat yang telah dibuat. Pengujian pada tanaman sawi yang telah disediakan. Jika selama proses pengujian ditemukan kesalahan atau error, maka alat akan diperbaiki. Setelah itu, dilakukan pengujian ulang hingga alat berfungsi dengan baik tanpa mengalami kegagalan.

Tahap kelima dalam penelitian adalah analisis data yang diperoleh dari hasil pengujian sensor dan aktuator untuk menentukan tingkat akurasi serta melakukan pengamatan terhadap perkembangan pertumbuhan tanaman sawi dalam *Greenhouse* dan di luar *Greenhouse* dengan waktu tertentu. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data yang mencakup pengukuran kelembaban, intensitas cahaya, suhu dan tanaman sawi yang telah dipantau.

Tahap keenam dalam penelitian adalah penyusunan laporan, yang merupakan tahap akhir. Pada tahap ini dijelaskan secara rinci proses perancangan dan pembuatan alat, serta hasil yang diperoleh dari proses pengujian alat tersebut.

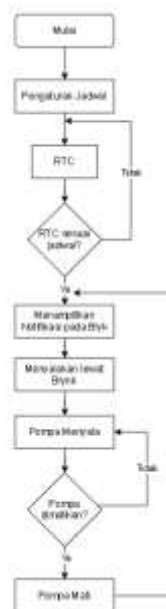
## 2.2 *Flowchart* Sistem





Gambar 2. Flowchart Sistem Otomatis

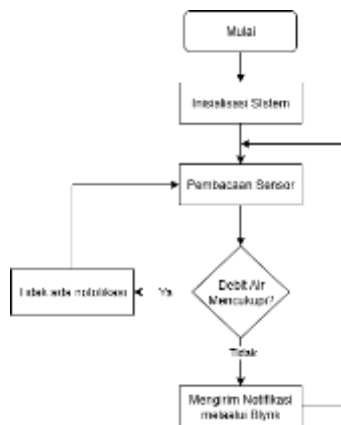
Gambar 2. Menunjukkan *Flowchart* sistem secara otomatis untuk mengendalikan sensor suhu, kelembapan, intensitas cahaya dengan mengaktifkan aktuator secara otomatis guna menjaga kondisi lingkungan pada *Greenhouse* agar tetap stabil. Sistem dirancang sesuai kondisi lingkungan yang dibutuhkan oleh tanaman sawi. Data sensor yang dibaca kemudian dievaluasi untuk menentukan apakah sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Jika data sensor memenuhi kriteria (sesuai), maka sistem akan mengaktifkan aktuator secara otomatis. Sebaliknya, jika data sensor tidak sesuai, maka aktuator tetap dalam kondisi mati untuk mencegah tindakan yang tidak diperlukan.



Gambar 3. Flowchart Sistem IoT



Gambar 3. terdapat *Flowchart* Sistem secara *IoT* atau penjadwalan dengan menggunakan *RTC (Real Time Clock)* sebagai pengaturannya. Dimana sistem ini untuk mengendalikan penyemprotan pupuk secara manual melalui aplikasi *Blynk* dengan *RTC* memberikan notifikasi untuk waktunya penyemprotan. Alurnya dimulai dengan pengaturan jadwal penyemprotan yang ditentukan pada *RTC* lalu *RTC* akan mengirimkan sinyal ke *Blynk*. Pengendalian spray penyemprotan dilakukan manual melalui *Blynk* selama batas yang diperlukan untuk penyemprotan.



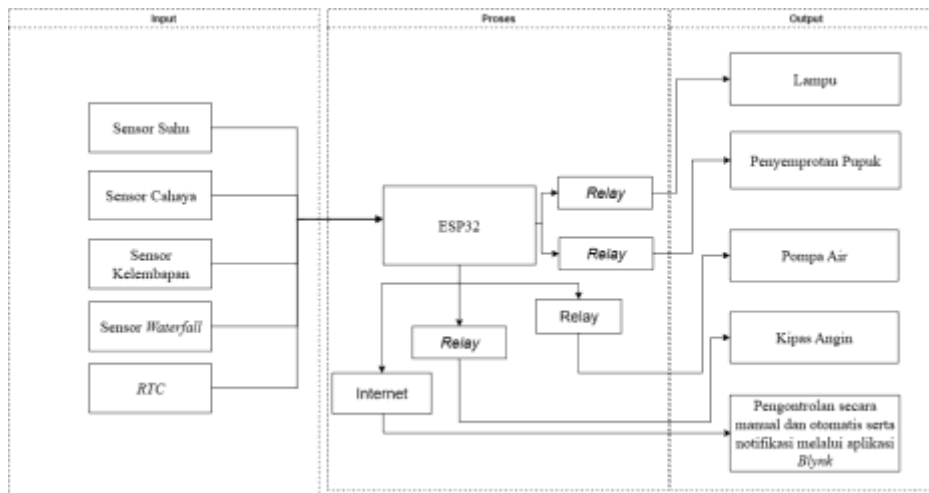
Gambar 4. Flowchart Sensor Water Level

Gambar 4. Menjelaskan alur kerja sistem monitoring debit air yang terhubung dengan platform *Blynk* sebagai media notifikasi. Sistem melakukan pembacaan data sensor untuk memantau debit air secara real-time pada tanki penampung. Hasil pembacaan sensor kemudian dievaluasi untuk menentukan apakah debit air berada pada tingkat yang mencukupi. Jika debit air terdeteksi mencukupi, maka sistem tidak memberikan notifikasi, dan proses berakhir. Namun, jika debit air tidak mencukupi, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan melalui aplikasi *Blynk* sebagai bentuk sistem peringatan dini.

### 2.3 Perancangan Sistem Blok Diagram

Pembuatan alat ini dilakukan berdasarkan urutan pengerjaan seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



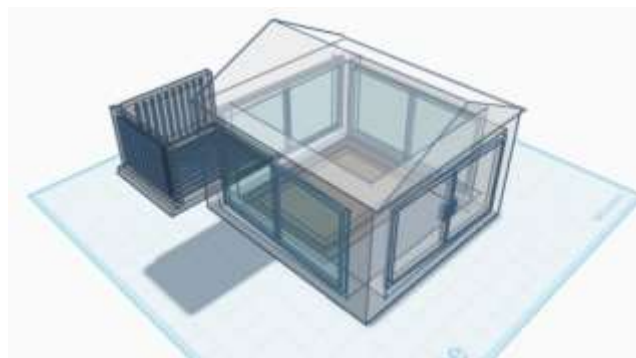


Gambar 3. Sistem Blok Diagram

Pada gambar 4, Sistem blok ini menggambarkan alur sistem *Smart Greenhouse* berbasis ESP32. Sistem ini menggabungkan berbagai sensor lingkungan dengan mikrokontroler ESP32 untuk mengatur perangkat output seperti *LED Grow Light*, *Fan Cooler*, pompa air, dan sistem penyemprotan pupuk. Dukungan dari RTC memungkinkan pengendalian berbasis waktu, sedangkan integrasi dengan aplikasi *Blynk* memberikan fleksibilitas dalam kendali jarak jauh dan pemberitahuan. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi operasional pertanian serta mendukung pemantauan dan pengendalian berbasis IoT secara real-time.

#### 2.4 Perancangan *Hardware*

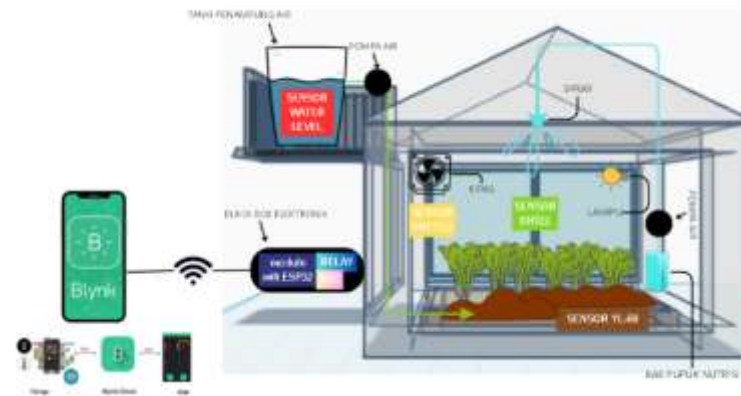
Gambar dibawah merupakan desain sistem hardware dari Prototipe Greenhouse yang akan dibuat dan menjadi acuan untuk pembuatan alat.



Gambar 4. Desain 3D Prototipe Greenhouse



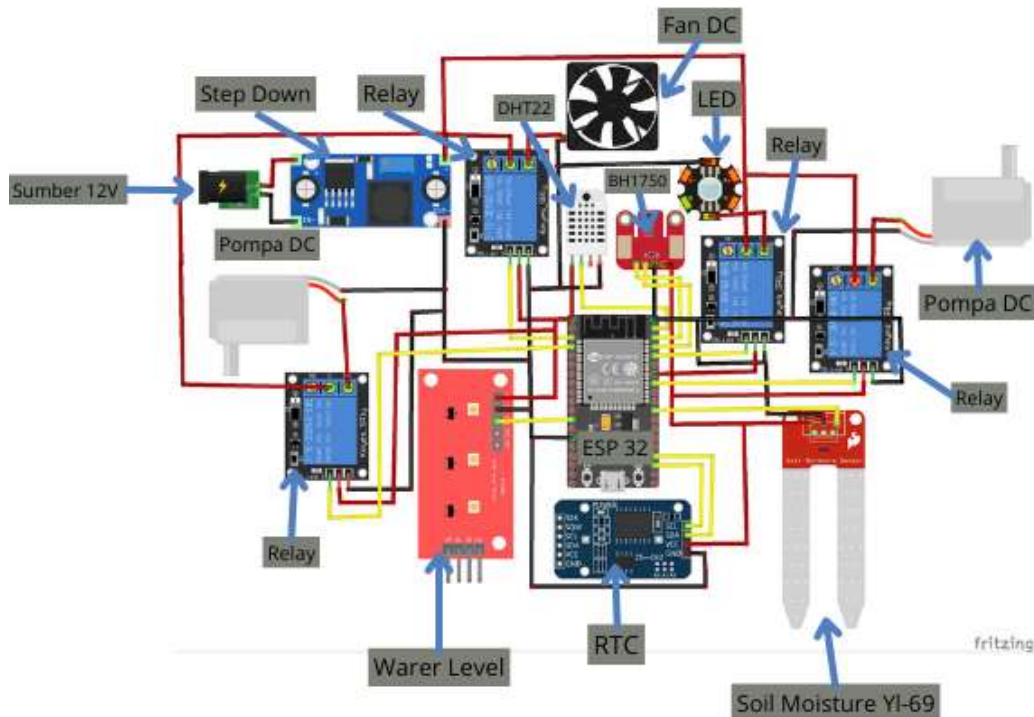
Gambar 4, merupakan design 3D dari Prototipe *Greenhouse* yang diperkirakan memiliki ukuran panjang 47 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 90 cm dimana prototipe *Greenhouse* yang dibuat adalah *Greenhouse* dengan jenis *goble roof even span*.



Gambar 5. Desain Sistem Hardware Prototipe Greenhouse

Gambar 5. Menunjukkan Desain sistem untuk prototipe Greenhouse yang akan dibuat, Sistem ini terintegrasi dengan berbagai sensor dan aktuator untuk mengontrol kondisi lingkungan tanaman secara otomatis. Sensor water level dipasang pada tangki penampung air untuk memantau ketinggian air. Sensor kelembaban tanah YL-69 memantau kadar air dalam tanah, sedangkan sensor suhu dan kelembaban udara DHT22 memberikan data kondisi udara di dalam Greenhouse. Sensor intensitas cahaya BH1750 juga digunakan untuk memantau pencahayaan yang diterima tanaman. Aktuator seperti Fan Cooler dan LED Grow Light dapat dikendalikan untuk menyesuaikan suhu dan pencahayaan di dalam Greenhouse. Semua sensor dan aktuator dihubungkan dengan ESP32 yang bertindak sebagai pusat kendali dan komunikasi data melalui jaringan Wi-Fi. Data ini dikirim ke platform Blynk Cloud dan ditampilkan dalam aplikasi Blynk di smartphone, memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol kondisi rumah kaca secara real-time. Sistem ini juga dirancang mengingatkan penyemprotan pupuk nutrisi secara manual melalui aplikasi Blynk sehingga dapat dilakukan secara fleksibel dan efisien.





Gambar 6. Rangkaian Hardware Ptototype Greenhouse

Pada Gambar 6, sumber daya 12V digunakan untuk menyuplai energi ke seluruh rangkaian. Tegangan 12V tersebut kemudian diturunkan menggunakan sebuah Step Down (DC-DC Converter) menjadi 5V agar kompatibel dengan kebutuhan beberapa komponen seperti ESP32, sensor, dan modul RTC. ESP32 bertindak sebagai otak utama yang mengontrol dan memproses semua input dari sensor serta mengatur output ke berbagai aktuator melalui relay. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang memungkinkan ESP32 mengendalikan perangkat bertegangan lebih tinggi, seperti pompa DC dan Fan Cooler, dengan arus kecil dari mikrokontroler. Terdapat beberapa modul relay dalam sistem ini. Masing-masing relay digunakan untuk mengontrol satu perangkat, yaitu dua unit pompa DC untuk penyiraman tanaman dan pengisian air, satu unit Fan Cooler untuk pendinginan udara, dan satu LED Grow Light sebagai indikator status tertentu. Agar semua tindakan otomatis berjalan sesuai jadwal, sistem ini dilengkapi dengan RTC (Real Time Clock) yang memberikan data waktu nyata kepada ESP32. RTC ini memastikan proses seperti penyiraman nutrisi tanaman dilakukan pada waktu yang telah ditentukan. Secara keseluruhan, kombinasi sensor, relay, dan ESP32 ini membentuk sebuah sistem otomasi yang cerdas dan efisien untuk mengelola kondisi lingkungan pada Greenhouse dan kebutuhan tanaman secara otomatis.



### 3. HASIL

#### 3.1 Realisasi Alat

##### 3.1.1 Sistem Elektrikal



Gambar 7. Rangkaian Hardware

Pada Gambar 7. Merupakan sistem elektrikal yang dirancang berdasarkan desain rancangan hardware pada Gambar 6. Perancangan wiring tiap diagram dihubungkan melalui pin yang terdapat pada mikrokontroller ESP32 menggunakan base plat extension supaya mempermudah dalam perakitan. Terdapat juga Power Suplly 24V 5A untuk menurunkan tegangan sumber yang di salurkan kepada mikrokontroller. Penempatan mikrokontroller ESP32, Rellay, PSU, serta RTC berada dalam Black box guna melindungi agar terlindung dari air dan suhu yang panas karena penempatan diluar ruangan. Sedangkan untuk penempatan sensor yang digunakan disesuaikan dengan tugas dan posisi pada *Greenhouse*.

##### 3.1.2 Prototipe *Greenhouse*

Prototipe *Greenhouse* yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk meletakkan sensor dan aktuator untuk kendali yaitu fan cooler, LED grow light, pompa irigasi/pengairan,spray penyemprotan nutrisi serta tanaman sawi dengan media tanam dengan memberikan batasan ruang kerja untuk sistem yang dijalankan. Prototipe *Greenhouse* dapat dilihat pada gambar 9, dimana prototipe *Greenhouse* yang dibuat adalah *Greenhouse* dengan jenis Goble Roof Even Span serta memiliki ukuran Panjang 47 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 90 cm. Untuk rangka *Greenhouse* dibuat dari bahan akrilik dengan tebal 3 mm dan untuk dasarnya menggunakan akrilik dengan ketebalan 5 mm.





(a)

(b)

Gambar 9. Prototipe *Greenhouse* (a) Tampak Depan (b) Tampak Atas

### 3.2 Hasil Pengujian

Pengujian ini dilakukan di Desa Karanglo, Kecamatan Bendosari, Kabupaten Sukoharjo secara langsung. Pada proses pengambilan data dilakukan untuk mencatat hasil keluaran semua sensor yang digunakan dan responnya terhadap aktuator untuk mengetahui apakah sensor tersebut bekerja dengan baik. Selanjutnya pengujian untuk mengamati perbandingan perkembangan tanaman sawi di dalam Smart Greenhouse dan diluar ruangan.

#### 3.2.1 Perbandingan pengukuran secara langsung menggunakan alat ukur dan secara otomatis menggunakan sensor

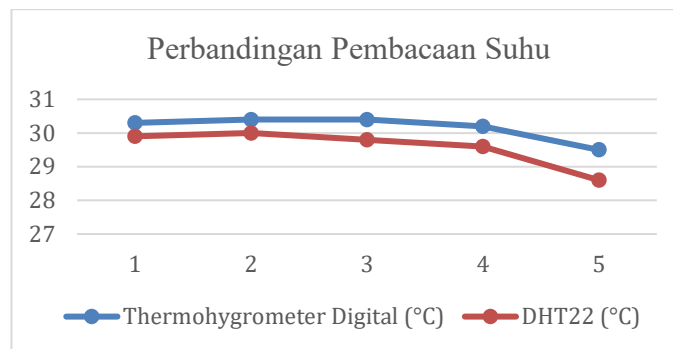
Tabel 1. Hasil perbandingan pembacaan Thermohygrometer Digital dengan Sensor DHT22

No	Suhu Thermohygrometer Digital (°C)	DHT22 (°C)	Selisih Pengukuran	Error
1.	30,30	29,9	0,40	0,0133
2.	30,40	30,00	0,40	0,0133
3.	30,40	29,80	0,60	0,0201
4.	30,20	29,60	0,60	0,0202
5.	29,50	28,60	0,90	0,0314



Rata – Rata (%)	1,97
Akurasi (%)	98,03

Pada Tabel 1. Merupakan hasil perbandingan antara Thermohygrometer Digital dengan Sensor DHT22, yang bertujuan untuk mengetahui selisih pembacaan nilai suhu dengan parameter yang berbeda sehingga dapat mengetahui persentase error antara pembacaan sensor yang tertampil dengan alat ukur agar mendekati nilai suhu udara aslinya. Diperoleh suhu udara yang terbaca pada sensor memiliki rata – rata error sebesar 1,97% dan akurasi pembacaan sebesar 98,03%. Dari hasil kalibrasi yang telah dilakukan, sensor memiliki kualitas kerja yang baik, hal ini diperkuat oleh sensor memiliki rata – rata nilai error kurang dari 3%.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Pembacaan Suhu

Grafik perbandingan pembacaan suhu pada Gambar 10. Memperlihatkan bahwa grafik yang dihasilkan oleh alat ukur mempunyai nilai yang lebih tinggi di bandingkan dengan grafik yang dihasilkan oleh sensor, namun demikian perbandingannya tidak terlalu signifikan dan masih dalam rentan yang stabil.

Tabel 2. Perbandingan Pembacaan Intensitas Cahaya BH1750 dengan Luxmeter

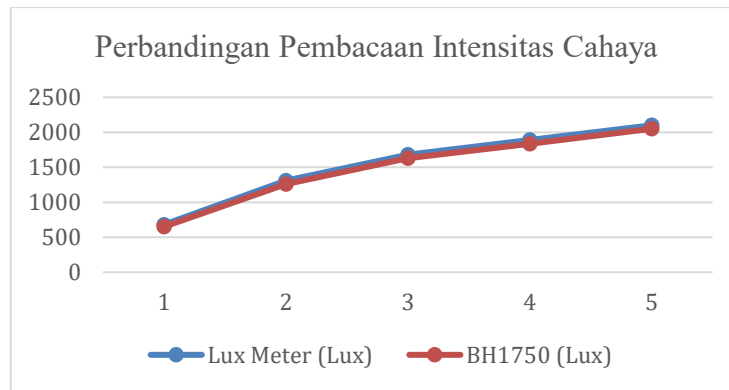
No	Lux Meter (Lux)	BH1750 (Lux)	Selisih Pengukuran	Error
1.	680	650,0	30,00	0,0461
2.	1310	1260,0	50,00	0,0396
3.	1680	1630,0	50,00	0,0306
4.	1891	1833,0	58,00	0,0316
5.	2100	2050,0	50,00	0,0243
		Rata – Rata (%)		3,45



Akurasi (%)

96,55

Pada Tabel 2. Memperlihatkan hasil dari perbandingan pembacaan nilai intensitas cahaya dari alat ukur Luxmeter dan sensor cahaya BH1750, hasil perbandingan yang diperoleh yaitu persentase rata – rata error dari kedua parameter adalah 3,45% dengan tingkat akurasi sensor 96,55%. Dari hasil pembacaan kedua parameter dan tingkat akurasi yang telah didapatkan sensor dapat bekerja dengan baik.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Pembacaan Intensitas Cahaya

Grafik perbandingan hasil pembacaan Intensitas cahaya antara alat ukur Lux Meter dan sensor BH1750 dapat dilihat pada Gambar 11. Dimana grafik yang dihasilkan oleh kedua parameter mengindikasikan nilai tertinggi pembacaan intensitas cahaya sekitar 2000 Lux dan nilai terendah sekitar 600 Lux. Grafik yang dihasilkan terlihat perbedaan yang signifikan dalam percobaan 3 dan 4.

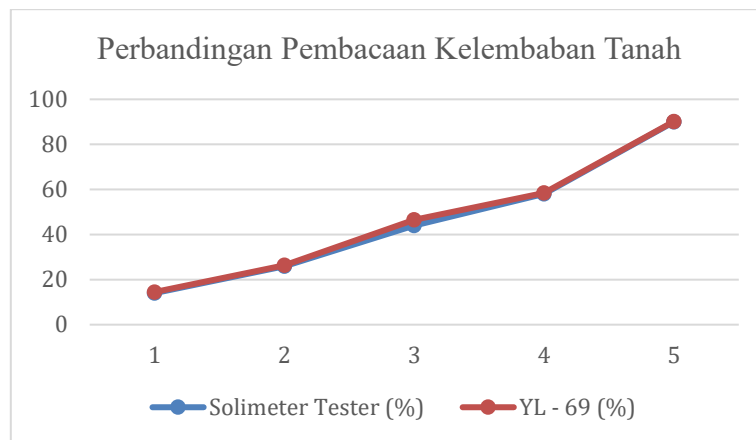
Tabel 3. Perbandingan Pembacaan Kelembaban Tanah Sensor dengan Kelembaban Tanah Soilmeter Tester

No	Kelembaban (%)		Kondisi Tanah	Selisih Pengukuran	Error
	Soilmeter Tester	YL – 69			
1.	14	14,48	<i>Dry</i>	0,46	0,0331
2.	26	26,34	<i>Dry</i>	0,02	0,0129
3.	44	46,56	<i>Moist</i>	2,56	0,0549
4.	58	58,39	<i>Moist</i>	0,37	0,0066
5.	90	90,17	<i>Wet</i>	2,17	0,0238



Rata – Rata (%)	2,19
Akurasi (%)	97,81

Pada Tabel 3. Merupakan hasil perbandingan pembacaan kelembaban tanah yang dihasilkan oleh alat ukur Soilmeter Tester dan sensor soil moisture YL – 69, dalam uji coba ini penulis menggunakan media tanah kering, lembab, dan basah untuk mengidentifikasi nilai kelembaban tanah yang berbeda – beda. Setelah dilakukan pengujian perbandingan kedua parameter didapatkan rata – rata error sebesar 2,19 % dengan Tingkat akurasi sensor 97,81 %. Dalam hal ini memungkinkan sensor yang digunakan dapat bekerja dengan baik untuk membaca tingkat kelembaban tanah yang sesuai dengan kondisi aslinya.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Pembacaan Kelembaban Tanah

Gambar 12. Memperlihatkan grafik perbandingan hasil pembacaan kedua parameter dengan tingkat perbandingan yang hampir sama dimana dapat dilihat pada grafik, pada titik tertentu line berwarna orange hampir menutupi line berwarna biru dengan pola peningkatannya relatif serupa yang artinya sensor YL – 69 memiliki tingkat akurasi yang mendekati Solimeter Tester.

### 3.2.2 Pengujian Sensor Suhu dan *Fan Cooler*

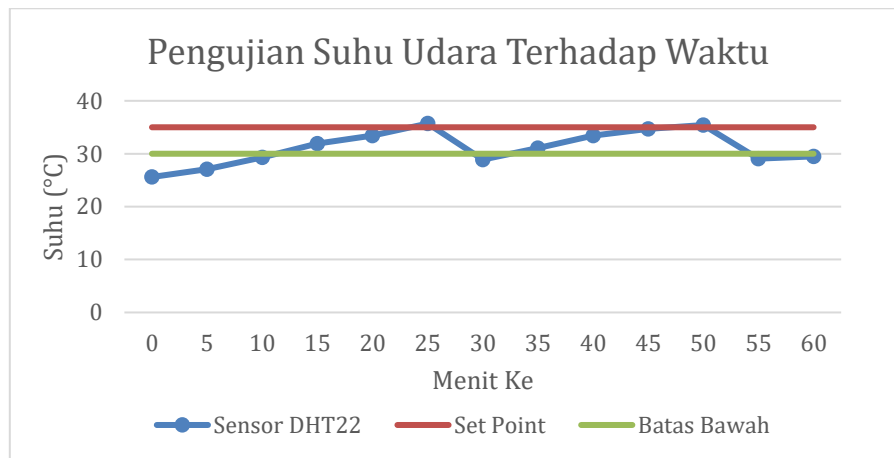
Tabel 4. Pengujian Sensor Suhu dan *Fan Cooler*

Kondisi Suhu awal <i>Greenhouse</i> (°C)	Kondisi <i>Fan Cooler</i>	Lama respon <i>Fan Cooler</i> (s)	Kondisi akhir suhu (°C)	Lama gerak <i>Fan Cooler</i> (s)
36,1	Nyala	1,2	29,8	15



30,0	Mati	-	30,0	-
34,5	Mati	-	34,5	-
35,7	Nyala	1,1	29,9	14
36,0	Nyala	1,0	29,9	13

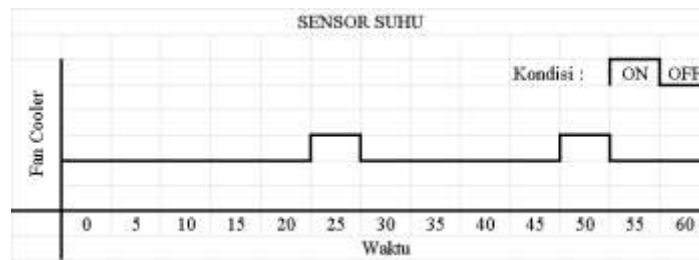
Pada Tabel 4. Adalah hasil pengujian dari sensor suhu DHT22 dan Fan Cooler. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk mengevaluasi kinerja sistem Fan Cooler dalam merespon suhu yang melebihi set point di dalam Greenhouse. Hasil menunjukkan bahwa Fan Cooler secara konsisten aktif saat suhu lingkungan melebihi batas kebutuhan tanaman sawi, yaitu di atas 35°C. Lama respon rata-rata Fan Cooler sangat cepat, berkisar antara 1,2 – 1 detik. Hasil pengujian juga sesuai dengan set point yang di tentukan antara 30°C - 35°C. Lama fan menyala bervariasi antara 13 hingga 15 detik, bergantung pada suhu awal yang terdeteksi dan berhenti di suhu sekitar 29°C. percobaan dengan suhu awal tertinggi sebesar 36,1°C membutuhkan durasi pendinginan terpanjang yaitu 15 detik untuk mencapai suhu 29,8°C, sedangkan suhu awal terendah adalah 30,0 yang merupakan batas set point maka tidak perlu pendinginan dan fan tetap kondisi mati.



Gambar 13. Grafik Pengujian Sensor Suhu

Gambar 13. Menunjukkan pengujian suhu dengan sensor DHT22 selama 1 jam. Terdapat set point 35°C dan batas bawah parameter sebesar 30°C. Kondisi suhu awal sebesar ± 25°C dan terus mengalami kenaikan, ketika suhu mencapai titik diatas 35°C suhu akan mengalami penurunan yang disebabkan dengan aktifnya Fan Cooler. Indikator nyala dan matinya aktuator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 14. Respon Sistem On-Off Fan Coller

Kondisi nyala matinya Fan Coller ditampilkan pada gambar 14. Sesuai dengan grafik pada gambar 13. Fan Coller menyala dengan parameter suhu yang telah ditetapkan untuk menjaga supaya Greenhouse tetap dalam parameter yang stabil.

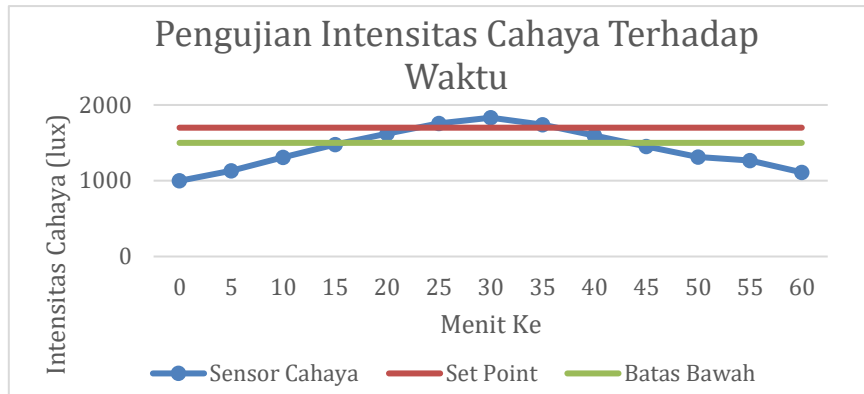
### 3.2.3 Pengujian Sensor Intensitas Cahaya dan LED Grow Light

Tabel 5. Pengujian Sensor Cahaya dan LED Grow Light

Kondisi awal cahaya Greenhouse (lux)	Kondisi LED Grow Light	Lama respon LED Grow Light (s)	Kondisi akhir cahaya (lux)	Lama LED Grow Light kondisi hidup (jam)
156	Nyala	0,20	1704	3
1548	Mati	-	1548	-
1497	Nyala	0,15	1702	0,5
1610	Mati	-	1610	-
1498	Nyala	0,15	1702	0,5

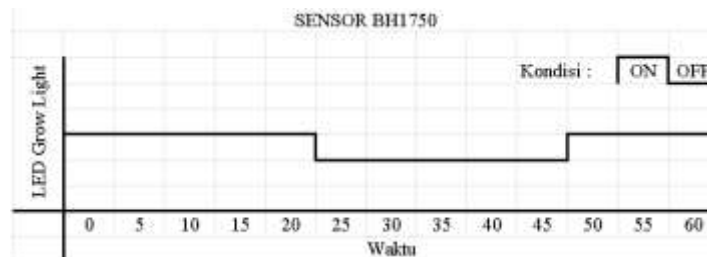
Pada Tabel 5. Merupakan hasil pengujian dari sensor Intensitas Cahaya BH1750 dan LED Grow Light pengujian ini juga dilakukan sebanyak lima kali, hasil yang diperoleh menunjukkan LED Grow Light aktif saat intensitas cahaya rendah terdeteksi. Pada awal pengujian dilakukan saat pagi hari menuju siang hari. Intensitas cahaya awal 156 Lux dengan bantuan LED Grow Light intensitas cahaya bertambah dengan bantuan dari kondisi cahaya sekitar juga yaitu 1704 lux selama 3 jam. Pengujian selanjutnya dilakukan saat siang menuju sore hari. Pada pengujian yang telah dilakukan sistem sesuai dengan set point yang telah diatur yaitu sebesar 1500 lux – 1700 Lux. Hal ini menunjukkan bahwa sistem bekerja efektif dalam menstabilkan pencahayaan untuk mendukung fotosintesis tanaman secara optimal.





Gambar 15. Grafik Pengujian Sensor Intensitas Cahaya

Gambar 13. Menunjukkan pengujian intensitas cahaya dengan sensor BH1750 selama 1 jam. Terdapat set point 1700 lux dan batas bawah parameter sebesar 1500 lux. Kondisi intensitas cahaya awal sebesar  $\pm 1000$  lux dan terus mengalami kenaikan. Ketika cahaya mencapai titik diatas 1700 lux intensitas cahaya akan mengalami penurunan yang disertai dengan matinya LED Grow Light sehingga terus mengalami penurunan. Indikator nyala dan matinya aktuator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 16. Respon Sistem On-Off LED Grow Light

Kondisi nyala matinya LED Grow Light ditampilkan pada gambar 16. Sesuai dengan grafik pada gambar 15. LED Grow Light menyala dengan parameter cahaya yang telah ditetapkan untuk menjaga supaya Greenhouse tetap dalam parameter yang stabil.

### 3.2.4 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah dan Pompa

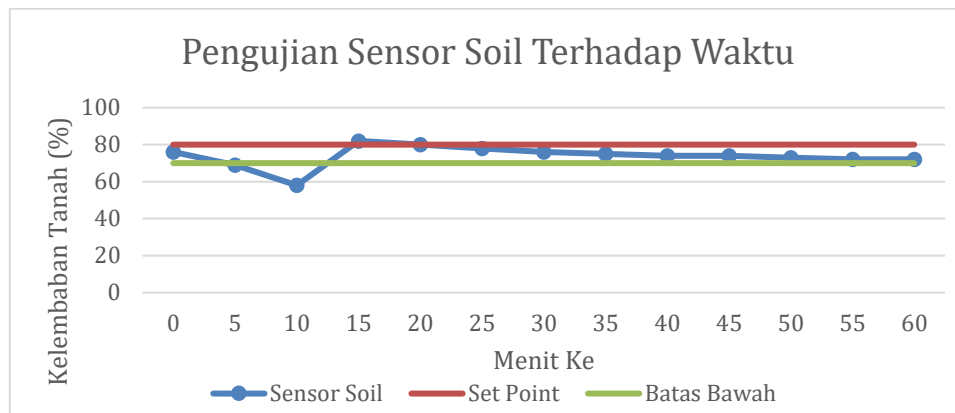
Tabel 6. Pengujian Sensor Kelembaban Tanah dan Pompa

Kondisi Kelembaban tanah awal (%)	Kondisi Pompa	Lama respon pompa (s)	Kondisi akhir kelembaban tanah (%)	Lama nyala pompa (s)
48	Nyala	1,3	81	6,5



76	Mati	-	76	-
72	Mati	-	72	-
69	Nyala	1,7	80	8
48	Nyala	1,8	80	8,5

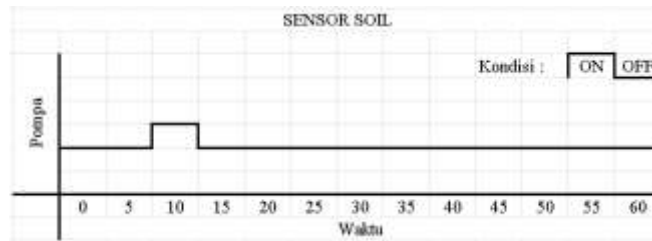
Tabel 6. Menunjukkan hasil pengujian sensor kelembaban tanah YL – 69 dan pompa pengairan, percobaan dilakukan sebanyak lima kali dengan menggunakan media tanah dalam kategori lembab dan kering. Dari lima kali percobaan, sistem pompa otomatis menunjukkan respon yang cepat saat kelembaban tanah berada di bawah batas optimal keperluan tanaman sebesar 70% - 80%. Waktu respon berkisar antara 1,3–1,8 detik, dengan lama nyala pompa meningkat seiring menurunnya kelembaban awal. Kelembaban tanah berhasil ditingkatkan hingga kisaran 80–81%, menunjukkan bahwa sistem bekerja efektif dan adaptif dalam menjaga kelembaban tanah sesuai kebutuhan tanaman di Greenhouse.



Gambar 17. Grafik Pengujian Sensor Kelembaban tanah

Gambar 17. Menunjukkan pengujian kelembaban tanah dengan sensor YL-69 selama 1 jam. Terdapat set point 80 % dan batas bawah parameter sebesar 70 %. Kondisi kelembaban tanah awal sebesar ± 75 % dan terus mengalami penurunan. Ketika kelembaban mencapai titik dibawah 70 % grafik akan mengalami kenaikan yang disebabkan dengan aktifnya pompa sehingga terus mengalami kenaikan. Indikator nyala dan matinya aktuator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 18. Respon Sistem On-Off Pompa

Kondisi nyala matinya pompa ditampilkan pada gambar 18. Sesuai dengan grafik pada gambar 17. Pompa menyala dengan parameter kelembaban tanah yang telah ditetapkan untuk menjaga supaya tanah tetap dalam parameter yang stabil untuk tanaman sawi.

### 3.2.5 Pengujian Sensor *Water Level* pada Tanki Air

Tabel 7. Pengujian Sensor *Water Level*

Kondisi Sensor	Keadaan tanki air	Tampilan blynk
ON	100%	Tidak
ON	50%	Tidak
OFF	0%	Ya

Pengujian dilakukan untuk mendeteksi keadaan tanki penampung air untuk pengairan, hasil dari pengujian sensor dapat mendeteksi tanki jika dalam keadaan terisi dan dapat meberikan notifikasi kepada aplikasi Blynk untuk memberi peringatan jika tanki harus segera diisi.

### 3.2.6 Pengujian spray pada kontrol manual *Blynk*

Tabel 8. Pengujian spray

Kotrol Manual Blynk	Spray
ON	Aktif
OFF	Mati

Pengujian menunjukkan bahwa fitur kontrol manual pada aplikasi Blynk berfungsi dengan baik. saat tombol dikondisikan ON, sistem spray aktif, dan saat OFF, spray mati. Ini membuktikan bahwa pengguna dapat mengontrol penyemprotan secara langsung



dan fleksibel melalui perangkat smartphone, dengan melihat indikator dari waktu penyemprotan yang ada pada tampilan Blynk.

### 3.2.7 Tampilan Aplikasi *Blynk*



Gambar 19. Tampilan Blynk

Gambar 13. Tampilan Blynk menampilkan beberapa data seperti parameter dari setiap sensor yaitu parameter suhu dan kelembaban lingkungan Greenhouse, parameter kelembaban tanah serta parameter intensitas cahaya. Terdapat juga indikator dari setiap aktuator berupa Fan Cooler, LED Grow Light, serta pompa penyiraman dalam kondisi nyala atau mati dan juga indikator dari tanki air/bak penampung yang jika air terdeteksi habis akan memberi notifikasi untuk segera diisi. Terdapat juga kontrol manual melalui pada Blynk untuk penyemprotan pupuk nutrisi yang dapat di on – off kan sesuai dengan waktu penyemprotan, jika sudah melakukan penyemprotan maka dapat melakukan riset waktu untuk menjadwalkan hari penyemprotan selanjutnya. Pada blynk juga dilengkapi waktu, hari dan tanggal sesuai wilayah.

## 4. PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem Smart Greenhouse berbasis IoT ini mampu memantau dan mengendalikan iklim mikro dengan baik, sesuai parameter pertumbuhan tanaman sawi. Akurasi sensor DHT22, BH1750, dan YL-69 tergolong tinggi, masing-masing dengan tingkat akurasi 98,03%, 96,55%, dan 97,81%, yang menandakan kualitas pembacaan data sangat baik dan andal. Kesuksesan ini tidak terlepas dari proses kalibrasi yang dilakukan dengan pembanding alat ukur manual, sehingga kesalahan



pembacaan dapat ditekan di bawah 3%. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu bekerja optimal dalam mengatur suhu, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya.

Pengendalian otomatis oleh aktuator juga terbukti efektif. Fan Cooler mampu merespons lonjakan suhu di atas 35°C dengan cepat, menurunkan suhu hingga kisaran optimal 29–30°C. LED Grow Light bekerja sesuai dengan set point 1500–1700 lux untuk mendukung proses fotosintesis, sedangkan pompa pengairan dapat meningkatkan kelembaban tanah hingga di atas 80% hanya dalam beberapa detik. Kemampuan respons cepat ini menunjukkan bahwa integrasi sensor dan aktuator berjalan secara harmonis untuk menjaga kondisi ideal bagi tanaman.

Penggunaan aplikasi Blynk sebagai antarmuka mempermudah pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time dari jarak jauh. Fitur notifikasi pada water level dan kontrol manual spray pupuk nutrisi menambah fleksibilitas pengguna dalam menjaga kondisi tanaman. Dibandingkan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya mengatur suhu dan kelembaban, sistem ini memberikan nilai tambah melalui penjadwalan otomatis penyemprotan pupuk berbasis RTC serta integrasi beberapa parameter lingkungan sekaligus.

Namun demikian, keterbatasan penelitian terletak pada dimensi prototipe yang relatif kecil sehingga kapasitas tanam terbatas. Selain itu, sistem belum dilengkapi deteksi hama dan energi alternatif seperti panel surya yang akan sangat berguna untuk operasional jangka panjang di lapangan. Dengan menambahkan fitur-fitur tersebut, efisiensi dan kehandalan Smart Greenhouse akan semakin meningkat.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian telah berhasil dirancang sensor, aktuator dan sistem akuisisi data pada prototype smart greenhouse untuk pertumbuhan tanaman sawi dengan spesifikasi sensor suhu udara menggunakan DHT22 yang memiliki error pembacaan sebesar 1,97 % dengan tingkat akuisisi sensor 98,03 %. Sensor YL-69 untuk pembacaan kelembaban tanah memiliki error pembacaan sebesar 2,19 % dengan tingkat akuisisi sensor 97,81 % dan sensor BH1750 untuk pembacaan intensitas cahaya memiliki error pembacaan sebesar 3,45 % dengan tingkat akuisisi sensor 96,55 % . Spesifikasi aktuator Fan Cooler mampu mendinginkan prototipe maksimum dengan suhu sebesar 30,8°C, aktuator lampu LED Grow Light mampu memberikan penyinaran maksimum sebesar 2050 lux, dan aktuator pompa dc bisa dijalankan untuk mencapai kelembaban melebihi 81%. Sistem monitoring IoT menggunakan ESP32 yang diintegrasikan dengan platform Blynk berfungsi untuk menampilkan pembacaan sensor dan pengendalian secara manual.



Adapun saran – saran untuk pengembangan penelitian dan perbaikan alat adalah memperkokoh dan memperbesar kerangka yang bisa menampung lebih banyak tanaman. Serta menambahkan sistem yang dapat mendeteksi adanya binatang pengganggu atau hama, dan untuk pengembangan alat selanjutnya bisa ditambahkan panel surya untuk menghemat tenaga listrik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan nikmat dan kasih sayang-Nya kepada penulis, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Dalam menyelesaikan penelitian ini tidak kurang dari berbagai kesulitan dan hambatan. Namun atas bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis selama proses penyusunan dan dapat menyelesaikan penelitian ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan naskah publikasi ini dengan baik.
2. Bapak Suprpto dan Ibu Narwi selaku kedua orang tua penulis yang telah mendidik dengan penuh kasih sayang, serta mendukung atas semua keputusan yang diambil. Terima kasih sudah mengantarkan penulis sampai berada pada titik ini berkat selalu mendo'akan serta membimbing penulis tiada henti.
3. Saudara kandung saya Almira Ashiyana Dwi Raisha dan Ardhani Ragil Pangestu yang selalu menghibur ketika penulis merasa bosan dalam penelitian tugas akhir ini. Kehadiran kalian selalu memberikan semangat dan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dosen pembimbing saya, ibu Dr. Ratnasari Nur Rohmah, S. T., M. T. Terima kasih telah memberikan bimbingan, kritik, dan saran. Selalu meluangkan waktu disela kesibukan, terimakasih ibu semoga kebaikanmu terbalaskan dan selalu dilimpahkan Kesehatan.
5. Kepada pihak – pihak yang tidak bisa dituliskan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih telah menemani selama akhir masa semester perkuliahan. Yang selalu mendukung serta memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan penelitian ini.
6. Terakhir, terima kasih kepada wanita sederhana yang memiliki Impian besar, namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya. Yaitu penulis diriku sendiri, Suci. Terima kasih telah berusaha keras untuk meyakinkan dan menguatkan diri sendiri bahwa kamu dapat menyelesaikan studi ini sampai selesai. Berbahagialah selalu dengan dirimu sendiri, Suci. Semoga langkah kebaikan selalu menyertaimu, dan semoga Allah selalu meridhai setiap langkahmu serta menjagamu dalam lindungan-Nya. Aamiin.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arrafi, A., & Prasetio, B. H. (2024). *Sistem Monitoring Lingkungan Untuk Budidaya Tanaman Sawi ( Brassica Juncea L .) Menggunakan Fuzzy Dan Android*. 1(1), 1–7.
- [2] Kolo, T. N., Bala, L., Bili, O. P., Berek, O., Novia, B., Mau, W. R., Naben, M. E., Nababan, D., & Kelen, Y. P. K. (2023). *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerasi Akuntansi RANCANG BANGUN SMART GREENHOUSE UNTUK BUDIDAYA TANAMAN SAWI PAKCOY (brassica rapa subsp) BERBASIS ANDROID*. 7(1), 112–117. <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol7No1.pp112-117>
- [3] Putra, T. R., Triwiyatno, A., & Afrisal, H. (2021). Perancangan Sensor, Aktuator Dan Akuisisi Data Pada Prototype Smart Greenhouse Untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 266–274. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.266-274>
- [4] Setyanto, D., & Salahuddin, N. S. (2022). Prototipe Monitor dan Kontrol Otomatis Iklim Mikro Greenhouse dengan Platform IoT Blynk. *Techno.Com*, 21(1), 88–102. <https://doi.org/10.33633/tc.v21i1.5462>
- [5] Telaumbanua, mareli, Purwantana, B., & Sutiarsa, L. (2014). RANCANGBANGUN AKTUATOR PENGENDALI IKLIM MIKRO DI DALAM GREENHOUSE UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI (Brassica rapa var.parachinensis L.). *Agritech*, Vol. 34(2), 213–222.

