

RANCANG BANGUN SISTEM GREENHOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN MELON PADA LAHAN SEMPIT

Ahmad Umar Farisi^{1*}, Anton Breva Yunanda², Chaidir Chalaf Islamy³, Agung Kridoyono³

^{1,2,3,4} Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

Keywords:

ESP32;
Internet of Things (IoT);
Greenhouse;
Melon;
Lahan Sempit.

Correspondent Email:

ahmad.umar0754@gmail.com

Abstrak. Budidaya tanaman melon (*Cucumis melo* L.) memiliki prospek ekonomi yang tinggi, namun menghadapi kendala keterbatasan lahan dan ketergantungan terhadap kondisi lingkungan. Faktor suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya merupakan parameter penting yang memengaruhi pertumbuhan dan kualitas hasil panen. Penelitian ini mengembangkan sistem greenhouse berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk melakukan pemantauan dan pengendalian lingkungan secara otomatis dan real-time. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) yang meliputi perancangan sistem, pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi platform ThingSpeak dan aplikasi mobile Kodular, serta pengujian pada mini greenhouse berukuran 2×5×2 meter. Sistem dilengkapi sensor DHT11, sensor kelembapan tanah, sensor cahaya LDR, pompa air, misting spray, dan lampu LED growlight. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan lingkungan greenhouse dan mendukung pertumbuhan tanaman melon secara lebih optimal. Sistem yang dikembangkan berpotensi diterapkan sebagai solusi budidaya melon di lahan terbatas serta mendukung implementasi pertanian cerdas.

Abstract. The adoption of Internet of Things (IoT) technology in smart agriculture enables efficient crop management, particularly under limited land conditions. Melon (*Cucumis melo* L.) cultivation requires stable environmental parameters such as temperature, soil moisture, humidity, and light intensity. This study presents the development of an IoT-based greenhouse system for automated monitoring and control of melon cultivation. The system employs an ESP32 microcontroller integrated with temperature-humidity, soil moisture, and light sensors, while actuators including water pumps, misting systems, heating lamps, and LED grow lights are controlled automatically based on predefined thresholds. Environmental data are transmitted via WiFi to the ThingSpeak platform and monitored remotely through a Kodular-based mobile application and Telegram notifications. Experimental results indicate that the automated greenhouse system provides more stable growing conditions than manual cultivation, resulting in faster plant growth, earlier harvesting, and higher yield efficiency. Therefore, the proposed system demonstrates strong potential for smart farming applications on limited land areas.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian masih menjadi salah satu penopang utama perekonomian Indonesia, khususnya pada komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi seperti tanaman melon (*Cucumis melo* L.). Namun, berkurangnya luas lahan pertanian akibat pertumbuhan penduduk dan alih fungsi lahan menjadi tantangan utama dalam pengembangannya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, luas lahan pertanian Indonesia mengalami penurunan sebesar 2,06% pada periode 2018–2022 [1].

Melon menjadi komoditas unggulan karena memiliki siklus panen relatif singkat, berkisar antara 70–90 hari, nilai jual yang tinggi, serta permintaan pasar domestik dan ekspor yang stabil. Meskipun demikian, budidaya melon memerlukan pengelolaan lingkungan yang optimal, terutama terkait kebutuhan air, kelembapan tanah, suhu, dan intensitas cahaya. Berdasarkan data dari 117 stasiun pengamatan BMKG, suhu udara rata-rata Indonesia pada periode 1991–2020 tercatat sebesar 26,7 °C, sedangkan pada tahun 2024 meningkat menjadi 27,5 °C, sehingga terjadi anomali suhu sebesar 0,8 °C [3]. Rentang suhu tersebut masih sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman melon, yaitu antara 25–35 °C [1].

Selain suhu, intensitas cahaya merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman melon. Tanaman melon membutuhkan paparan sinar matahari langsung selama minimal 6–8 jam per hari untuk mendukung proses fotosintesis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, pembentukan bunga, serta kualitas dan tingkat kemanisan buah [4]. Namun, pada kondisi cuaca mendung atau hujan, intensitas cahaya siang hari dapat menurun drastis hingga hanya berkisar antara 1.000–2.000 lux, jauh di bawah kondisi cerah penuh [5]. Kondisi ini berpotensi menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan hasil panen.

Untuk mengatasi keterbatasan cahaya alami, penggunaan growlight menjadi solusi yang efektif dalam mendukung proses fotosintesis tanaman melon. Growlight berfungsi sebagai sumber cahaya tambahan atau pengganti cahaya matahari, sehingga pertumbuhan tanaman tetap optimal meskipun intensitas cahaya alami tidak mencukupi. Dengan pencahayaan buatan yang terkontrol, kualitas dan kuantitas hasil panen dapat dipertahankan sesuai standar pasar [14].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru dalam sistem pertanian modern, termasuk penerapan greenhouse berbasis IoT. Teknologi ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian suhu, kelembapan, penyiraman, serta pencahayaan tanaman secara otomatis dan real-time menggunakan sensor dan mikrokontroler [2]. Selain itu, budidaya melon pada lahan terbatas dapat dioptimalkan melalui penerapan sistem tabulampot (tanaman buah dalam pot) yang ditempatkan di dalam greenhouse. Metode ini tidak hanya efisien dalam penggunaan ruang, tetapi juga memudahkan pengendalian hama dan mendukung pertanian perkotaan [1].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem greenhouse berbasis IoT yang efisien dan mudah dioperasikan untuk budidaya melon di lahan sempit. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi budidaya, kualitas hasil panen, serta mendukung pengembangan pertanian cerdas (*smart agriculture*) sebagai bagian dari upaya memperkuat ketahanan pangan secara berkelanjutan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Melon OKASA F1

Melon OKASA F1 merupakan varietas hibrida tipe rock melon cantaloupe yang banyak dibudidayakan di Indonesia, khususnya di dataran rendah. Varietas ini memiliki buah berbentuk bulat oval dengan daging berwarna oranye cerah, rasa manis, serta bobot rata-rata sekitar 3 kg per buah. Melon OKASA F1 memiliki umur panen relatif singkat, yaitu sekitar 60 hari setelah tanam, dan potensi hasil hingga 25 ton per hektar apabila dibudidayakan dalam kondisi lingkungan yang optimal. [6]

2.2. WiFi

WiFi merupakan teknologi jaringan nirkabel berbasis standar IEEE 802.11 yang memungkinkan perangkat elektronik terhubung ke jaringan lokal dan internet tanpa menggunakan kabel [9]. WiFi berfungsi sebagai media transmisi data melalui gelombang radio dari router atau access point ke perangkat pengguna. Dalam sistem IoT, WiFi berperan penting sebagai sarana komunikasi data antara

perangkat mikrokontroler dan server atau platform cloud secara real-time.

2.3. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang mengintegrasikan perangkat fisik dengan sensor dan sistem komunikasi jaringan sehingga memungkinkan pertukaran data secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung. Konsep ini mendukung otomasi berbasis machine-to-machine (M2M) dan banyak diterapkan dalam sistem pertanian cerdas untuk pemantauan lingkungan secara real-time [7], [8].

2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem komputer mini dalam satu chip yang terdiri dari CPU, memori, dan port input/output yang berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem embedded. Mikrokontroler seperti ESP32 dan Arduino banyak digunakan dalam sistem IoT karena mampu memproses data sensor, menjalankan program kontrol, serta berkomunikasi melalui berbagai protokol, termasuk WiFi dan Bluetooth [10], untuk mendukung otomatisasi sistem.

2.5. Sensor Suhu DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara dengan output data digital yang mudah dibaca oleh mikrokontroler. Sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu 0–50 °C dan kelembapan 20–90% RH, sehingga cukup sesuai untuk sistem monitoring lingkungan greenhouse skala kecil [11] dalam budidaya tanaman melon.

2.6. Sensor Soil Moisture

Sensor soil moisture digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah berdasarkan perubahan konduktivitas atau resistansi listrik akibat kadar air dalam media tanam. Data dari sensor ini dimanfaatkan sebagai acuan pengendalian sistem penyiraman otomatis, sehingga kelembapan tanah dapat dijaga tetap optimal dan penggunaan air menjadi lebih efisien [12].

2.7. Sensor Cahaya

Sensor cahaya, seperti LDR (Light Dependent Resistor), berfungsi untuk

mendeteksi intensitas cahaya lingkungan berdasarkan perubahan nilai resistansi. Sensor ini banyak digunakan dalam sistem otomasi untuk menentukan kondisi terang atau gelap, termasuk dalam pengendalian lampu growlight secara otomatis pada sistem pertanian berbasis IoT [13].

2.8. Lampu LED Growlight

Lampu LED growlight merupakan sumber cahaya buatan yang dirancang untuk mendukung fotosintesis tanaman dengan spektrum cahaya tertentu, terutama merah dan biru. LED growlight memiliki keunggulan dalam efisiensi energi, umur pakai panjang, dan kemampuan pengaturan intensitas serta durasi penyorotan, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem greenhouse berbasis IoT untuk mengatasi keterbatasan cahaya alami [14].

2.9. Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar elektromagnetik untuk mengendalikan beban listrik bertegangan atau berarus tinggi menggunakan sinyal listrik rendah dari mikrokontroler. Dalam sistem greenhouse otomatis, relay digunakan untuk mengontrol perangkat seperti pompa air, lampu, dan kipas secara aman dan terprogram.

2.10. Pompa Air Aquarium

Pompa air aquarium merupakan pompa submersible berdaya rendah yang berfungsi untuk mengalirkan air dari satu tempat ke tempat lain. Pompa ini dapat dimanfaatkan dalam sistem penyiraman otomatis skala kecil karena ukurannya yang kompak, konsumsi daya rendah, serta kemudahan integrasi dengan mikrokontroler melalui modul relay.

2.11. Misting Spray

Misting spray adalah sistem penyemprot kabut air bertekanan tinggi yang menghasilkan partikel air sangat halus. Dalam konteks greenhouse, misting spray digunakan untuk menurunkan suhu udara dan meningkatkan kelembapan lingkungan secara merata, sehingga menciptakan kondisi iklim mikro yang lebih stabil dan mendukung pertumbuhan tanaman [15].

2.12. Lampu Penghangat

Lampu penghangat tipe Reptile UVA UVB 3.0 15W menghasilkan radiasi UVA dan UVB dalam intensitas rendah yang dapat dimanfaatkan untuk menjaga kestabilan suhu mikro dan mendukung aktivitas fisiologis tanaman. Penggunaan lampu ini dalam greenhouse skala kecil membantu menciptakan kondisi lingkungan yang lebih menyerupai cahaya alami, terutama pada kondisi suhu rendah atau kurangnya paparan sinar matahari [16].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Perangkat Penelitian

Perangkat penelitian merupakan komponen utama yang digunakan untuk mendukung perancangan, implementasi, dan pengujian sistem greenhouse berbasis Internet of Things (IoT). Perangkat yang digunakan terdiri dari perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang saling terintegrasi untuk melakukan proses monitoring dan pengendalian lingkungan budidaya tanaman melon secara otomatis dan real-time. Daftar perangkat penelitian yang digunakan disajikan pada Tabel 3.1.

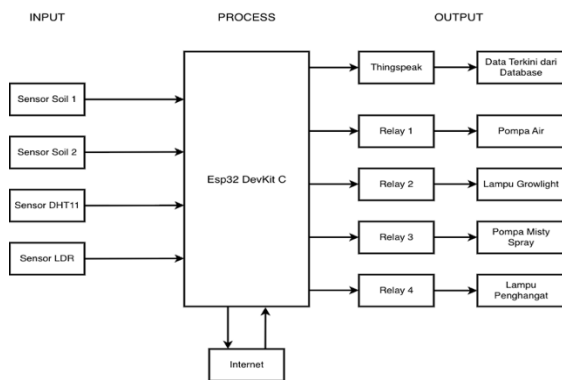
Tabel 3.1 Perangkat Penelitian

No	Komponen	Fungsi
1	Mikrokontroler ESP32-WROOM-32	Mengendalikan sistem secara keseluruhan, membaca data sensor, mengontrol relay, dan mengirim data ke cloud
2	Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11	Mengukur suhu dan kelembaban udara di dalam greenhouse
3	Sensor Kelembaban Tanah (Soil Moisture Sensor)	Mengukur tingkat kelembaban tanah sebagai acuan sistem penyiraman otomatis
4	Sensor Cahaya (LDR)	Mendeteksi intensitas cahaya lingkungan untuk mengontrol lampu growlight

5	Modul Relay 4 Channel	Mengaktifkan dan mematikan perangkat seperti pompa air, misting spray, dan lampu
6	Pompa Air	Menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembaban tanah
7	Pompa Misty (Mist Maker Ultrasonic)	Menurunkan suhu dan meningkatkan kelembaban udara dengan menghasilkan kabut air
8	Lampu LED Growlight	Memberikan pencahayaan tambahan saat intensitas cahaya alami tidak mencukupi
9	Lampu Penghangat UVA UVB 3.0 15W	Menjaga kestabilan suhu dan memberikan cahaya tambahan di dalam greenhouse
10	ThingSpeak	Platform cloud IoT untuk menyimpan dan menampilkan data sensor secara real-time
11	Arduino IDE	Perangkat lunak untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke mikrokontroler

3.2. Perangkat Penelitian

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan alur kerja dan hubungan antar komponen dalam sistem greenhouse berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan fungsi yang telah direncanakan. Gambaran umum perancangan sistem ditunjukkan pada Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Sistem.



Gambar 3.1 Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 3.1, sistem greenhouse dirancang dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama. ESP32 menerima data dari beberapa sensor, yaitu sensor suhu dan kelembaban udara (DHT11), dua sensor kelembaban tanah (soil moisture), serta sensor cahaya (LDR). Data dari sensor-sensor tersebut dibaca secara berkala dan diproses oleh ESP32 untuk menentukan kondisi lingkungan di dalam greenhouse.

Hasil pemrosesan data sensor digunakan oleh ESP32 untuk mengendalikan aktuator melalui modul relay. Apabila nilai kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, ESP32 akan mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman tanaman. Jika suhu udara melebihi 35 °C, maka pompa misting spray akan diaktifkan untuk menurunkan suhu dan meningkatkan kelembaban udara. Sementara itu, ketika intensitas cahaya terdeteksi di bawah 2.000 lux, lampu LED growlight akan dinyalakan sebagai pencahayaan tambahan bagi tanaman.

Selain mengendalikan aktuator, ESP32 juga terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk mengirimkan data sensor ke platform cloud ThingSpeak. Data yang tersimpan pada ThingSpeak ditampilkan dalam bentuk grafik dan nilai numerik yang dapat diakses secara real-time. Informasi tersebut selanjutnya ditampilkan pada aplikasi mobile berbasis Android yang dikembangkan menggunakan Kodular, sehingga pengguna dapat memantau kondisi greenhouse dari jarak jauh melalui smartphone.

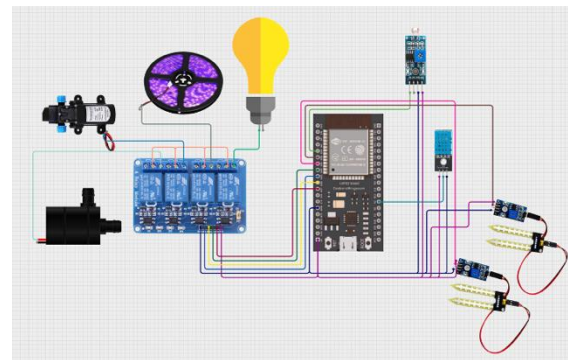
Dengan perancangan sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1, sistem greenhouse ini mampu melakukan monitoring

dan pengendalian lingkungan tanaman secara otomatis dan real-time. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, aktuator, dan platform monitoring berbasis IoT diharapkan dapat mendukung budidaya tanaman melon secara efisien pada lahan sempit.

3.3. Rancangan Hardware

Perancangan hardware bertujuan untuk merancang dan mengintegrasikan seluruh komponen fisik yang digunakan dalam sistem greenhouse berbasis Internet of Things (IoT) agar dapat bekerja secara optimal dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Tahap ini difokuskan pada penentuan susunan rangkaian, koneksi antar komponen, serta mekanisme kerja perangkat input dan output yang dikendalikan oleh mikrokontroler.

Perancangan sistem hardware pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2 Rancangan Perangkat Keras. Berdasarkan gambar tersebut, mikrokontroler ESP32 DevKit C digunakan sebagai pusat kendali utama yang berfungsi untuk membaca data dari sensor, memproses informasi lingkungan, serta mengendalikan aktuator secara otomatis. ESP32 dipilih karena telah dilengkapi modul Wi-Fi terintegrasi sehingga mendukung komunikasi data berbasis IoT tanpa memerlukan perangkat tambahan.



Gambar 3.2 Rancangan Perangkat Keras

Sistem ini menggunakan dua sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) yang dipasang pada media tanam untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah secara real-time. Selain itu, sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di dalam greenhouse, sedangkan sensor cahaya LDR berfungsi untuk mendeteksi intensitas cahaya alami di sekitar tanaman. Seluruh sensor

tersebut terhubung langsung ke pin input ESP32 dan menjadi sumber data utama dalam pengambilan keputusan sistem.

Pengendalian perangkat output dilakukan menggunakan modul relay 4 channel yang dihubungkan ke ESP32. Relay pertama digunakan untuk mengontrol pompa air yang akan aktif secara otomatis ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Relay kedua berfungsi untuk mengaktifkan pompa misting spray saat suhu udara melebihi 35 °C guna menurunkan suhu dan meningkatkan kelembapan udara. Relay ketiga digunakan untuk mengendalikan lampu LED growlight yang akan menyala ketika intensitas cahaya alami turun di bawah 2.000 lux sebagai pencahayaan tambahan bagi tanaman. Sementara itu, relay keempat digunakan untuk mengontrol lampu pemanas yang akan aktif ketika suhu udara berada di bawah 25 °C untuk menjaga kestabilan suhu di dalam greenhouse.

Selain sebagai pengendali perangkat fisik, ESP32 juga terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform cloud ThingSpeak secara berkala. Data tersebut disimpan dan divisualisasikan dalam bentuk grafik maupun nilai numerik, sehingga dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi mobile berbasis Android yang dikembangkan menggunakan Kodular. Seluruh sistem mendapatkan suplai daya dari adaptor DC yang disesuaikan dengan kebutuhan tegangan masing-masing komponen, baik ESP32, modul relay, maupun perangkat output lainnya.

Dengan perancangan hardware seperti yang ditunjukkan pada 2, sistem greenhouse mampu bekerja secara otomatis dalam mengatur penyiraman, pencahayaan, serta pengendalian suhu lingkungan. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, aktuator, dan sistem komunikasi berbasis IoT ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi budidaya tanaman melon pada lahan sempit serta memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengendalian sistem dari jarak jauh.

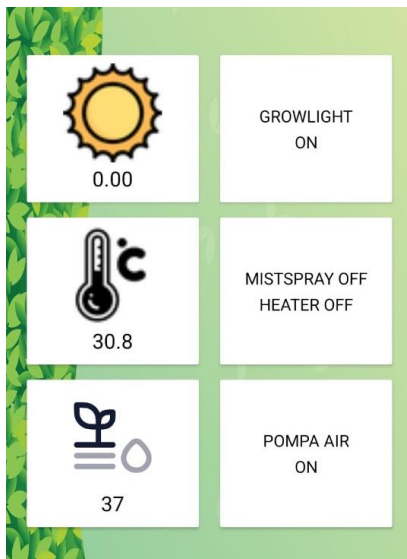
3.4. Rancangan Software

Perancangan software bertujuan untuk mengembangkan sistem kendali dan monitoring yang mampu mengelola data sensor, menjalankan logika otomatisasi, serta

menampilkan informasi kondisi greenhouse kepada pengguna secara real-time. Pada penelitian ini, perancangan software dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler ESP32 dan perancangan antarmuka aplikasi mobile berbasis Android.

Perangkat lunak pada ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama sistem. Program dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Software ini bertugas membaca data dari sensor suhu dan kelembapan udara (DHT11), sensor kelembapan tanah (soil moisture), dan sensor cahaya (LDR). Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses berdasarkan logika kontrol yang telah ditentukan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat output melalui modul relay. Selain itu, ESP32 juga dikonfigurasi untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi dan mengirimkan data sensor secara berkala ke platform ThingSpeak sebagai media penyimpanan dan visualisasi data berbasis cloud.

Aplikasi mobile dirancang menggunakan platform Kodular sebagai antarmuka pengguna (user interface) untuk memantau kondisi greenhouse dari jarak jauh. Tampilan aplikasi mobile ditunjukkan pada Gambar 3.3 Tampilan Aplikasi Mobile. Aplikasi ini menampilkan data lingkungan secara real-time yang diperoleh dari ThingSpeak, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi suhu, kelembapan tanah, dan status pencahayaan tanaman secara langsung melalui smartphone.



Gambar 3.3 Tampilan Aplikasi Mobile

Berdasarkan Gambar 3.3, antarmuka aplikasi menampilkan status lampu growlight pada bagian atas layar. Status “AKTIF” menunjukkan bahwa sistem telah mendeteksi intensitas cahaya alami berada di bawah ambang batas yang ditentukan, sehingga lampu growlight dinyalakan secara otomatis untuk mendukung proses fotosintesis. Pada bagian tengah layar ditampilkan nilai suhu udara sebesar 26 °C, yang diperoleh dari sensor DHT11 dan diperbarui secara berkala. Sementara itu, pada bagian bawah ditampilkan persentase kelembapan tanah sebesar 70%, yang mengindikasikan bahwa kondisi tanah masih cukup lembap dan tidak memerlukan penyiraman tambahan.

Dengan adanya perancangan software ini, sistem mampu menjalankan proses monitoring dan pengendalian greenhouse secara otomatis dan terintegrasi. Pengguna dapat memantau kondisi lingkungan tanaman secara real-time tanpa harus berada di lokasi greenhouse, sehingga perawatan tanaman menjadi lebih efisien, responsif, dan mendukung penerapan konsep pertanian cerdas (smart agriculture) berbasis Internet of Things.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian dan Analisis Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian sensor kelembapan tanah dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu membaca kondisi media tanam secara

akurat dan mengendalikan penyiraman secara otomatis berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Sensor soil moisture dipasang pada media tanam dan diuji pada berbagai kondisi kelembapan, mulai dari tanah kering hingga tanah basah. Nilai kelembapan yang terbaca oleh sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan dibandingkan dengan nilai ambang batas sebesar 60%.

Pengujian dilakukan secara berulang untuk memastikan konsistensi pembacaan sensor serta kestabilan respons sistem. Apabila nilai kelembapan tanah berada di bawah ambang batas, pompa air diaktifkan secara otomatis selama 3 detik untuk meningkatkan kadar air pada media tanam.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

No	Kondisi Media Tanam	Nilai Kelembapan (%)	Status Pompa
1	Kering	42	ON
2	Lembab	75	OFF
3	Kering	50	ON
4	Lembab	68	OFF
5	Basah	82	OFF
6	Kering	48	ON
7	Lembab	70	OFF
8	Kering	46	ON

Berdasarkan Tabel 4.1, sensor soil moisture mampu mendeteksi perubahan kelembapan tanah secara konsisten. Pompa air hanya aktif ketika nilai kelembapan berada di bawah 60%, sedangkan pada kondisi lembap dan basah pompa berada dalam kondisi mati. Hal ini membuktikan bahwa sistem penyiraman otomatis berjalan sesuai dengan logika kendali yang dirancang dan mampu mencegah penyiraman berlebih.

4.2. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT11)

Pengujian sensor DHT11 dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam

mengendalikan suhu dan kelembapan udara di dalam greenhouse. Sistem dirancang untuk mengaktifkan misting spray ketika suhu udara melebihi 35 °C dan menyalakan lampu penghangat ketika suhu udara berada di bawah 25 °C.

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan tiga kondisi lingkungan, yaitu kondisi normal, panas, dan dingin. Setiap perubahan suhu diamati bersamaan dengan respons sistem terhadap perangkat keluaran yang dikendalikan oleh relay.

Tabel 4.1 Pengujian Suhu dan Kelembapan Udara

No	Kondisi	Suhu (°C)	Misting	Lampu Penghangat
1	Normal	28	OFF	OFF
2	Panas	36	ON	OFF
3	Dingin	23	OFF	ON
4	Panas	37	ON	OFF
5	Dingin	24	OFF	ON
6	Normal	27	OFF	OFF
7	Dingin	22	OFF	ON
8	Panas	38	ON	OFF

Berdasarkan Tabel 4.2, sistem mampu merespons perubahan suhu dengan baik. Aktivasi misting spray terjadi secara konsisten pada suhu di atas 35 °C, sedangkan lampu penghangat aktif ketika suhu berada di bawah 25 °C. Pada rentang suhu optimal (25–35 °C), seluruh perangkat berada dalam kondisi tidak aktif.

4.3. Konversi Output Sensor LDR ke Satuan Lux Meter

Pengujian sensor cahaya dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi intensitas cahaya lingkungan serta mengendalikan lampu LED growlight secara otomatis. Ambang batas intensitas cahaya ditetapkan sebesar 2000 lux.

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor LDR, baik pada kondisi terang maupun gelap.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Cahaya (LDR)

No	Kondisi Lingkungan	Intensitas Cahaya (lux)	Status Lampu
1	Terang	4200	OFF
2	Terang	3800	OFF
3	Gelap	1500	ON
4	Terang	3100	OFF
5	Gelap	1700	ON
6	Gelap	1300	ON
7	Terang	4500	OFF
8	Gelap	1600	ON

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi pencahayaan dengan baik. Lampu growlight aktif secara otomatis ketika intensitas cahaya berada di bawah 2000 lux dan mati kembali ketika cahaya alami mencukupi.

4.4. Pengujian Pengiriman Data ke Thingspeak

Pengujian pengiriman data ke platform ThingSpeak dilakukan untuk mengamati kestabilan koneksi mikrokontroler ESP32 dalam mengirimkan data sensor secara berkala melalui jaringan internet. Data yang dikirimkan meliputi suhu udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya yang diperoleh dari sensor-sensor yang terpasang pada sistem greenhouse.

Pada pengujian ini, ESP32 dihubungkan ke jaringan Wi-Fi dan dikonfigurasi untuk mengirim data ke channel ThingSpeak dengan interval pengiriman setiap 15 detik. Data yang diterima oleh ThingSpeak kemudian diamati melalui dashboard untuk memastikan kesesuaian nilai serta keberhasilan proses pengiriman data.

Hasil pengujian pengiriman data sensor ke platform ThingSpeak ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Pengiriman Data ke ThinkSpeak

No	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Kelembapan Tanah (%)	Cahaya (lux)
1	10:00:00	28	70	4000
2	10:00:15	29	45	3800
3	10:00:30	33	60	3900
4	10:00:45	32	62	3600
5	10:01:00	31	65	1500
6	10:01:15	29	63	3700
7	10:01:30	28	68	4200
8	10:01:45	29	66	4500

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.4, seluruh data sensor berhasil dikirimkan ke platform ThingSpeak secara berkala setiap 15 detik tanpa mengalami gangguan koneksi. Nilai data yang tampil pada dashboard ThingSpeak sesuai dengan hasil pembacaan sensor di lapangan, baik untuk parameter suhu, kelembapan tanah, maupun intensitas cahaya.

Selain itu, data yang tersimpan pada ThingSpeak berhasil ditampilkan kembali pada aplikasi monitoring berbasis Kodular secara real-time. Setiap perubahan nilai sensor dapat langsung terlihat pada aplikasi tanpa adanya keterlambatan maupun perbedaan nilai. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat ESP32, platform ThingSpeak, dan aplikasi Kodular telah berjalan dengan baik serta dapat diandalkan untuk pemantauan kondisi greenhouse dari jarak jauh secara efektif dan efisien.

4.5. Pengujian Perbandingan Tanaman Manual dan Tanaman dengan Sistem Otomatis

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman melon yang dirawat secara manual dengan tanaman melon yang dirawat menggunakan sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem otomatis meliputi penyiraman berbasis kelembapan tanah, kontrol pencahayaan menggunakan growlight, serta pemantauan suhu dan kelembapan udara secara

real-time. Observasi dilakukan sejak fase bibit hingga fase panen dengan parameter utama berupa tinggi tanaman (cm) dan jumlah daun, serta parameter tambahan berupa waktu panen dan jumlah buah yang dihasilkan.

Lingkungan percobaan dibuat semirip mungkin, sehingga perbedaan utama antara kedua perlakuan terletak pada mekanisme perawatan tanaman. Tanaman manual dirawat dengan penyiraman dan pengaturan lingkungan secara konvensional, sedangkan tanaman dengan sistem IoT dirawat secara otomatis berdasarkan data sensor yang dibaca dan dikendalikan oleh sistem.

Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman melon dengan metode manual ditampilkan pada Tabel 4.5, sedangkan hasil pengamatan tanaman melon dengan sistem otomatis berbasis IoT ditampilkan pada Tabel 4.6. Berdasarkan kedua tabel tersebut, pada fase awal pertumbuhan (minggu ke-1 hingga minggu ke-4), tanaman dengan sistem IoT menunjukkan pertumbuhan yang sedikit lebih cepat dibandingkan tanaman manual.

Tabel 4.5 Data Pengamatan Tanaman Melon Manual

Minggu ke-	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun	Catatan
1	4,8	2	Bibit mulai tumbuh, penyiraman belum teratur
2	9,6	5	Beberapa hari terlalu basah, beberapa hari kering
3	15,0	9	Pertumbuhan mulai stabil setelah penyiraman rutin
4	20,2	13	Pertumbuhan baik, namun

			beberapa daun terlihat layu akibat panas
5	26,5	17	Mulai muncul bunga, beberapa daun menguning
6	32,8	21	Bunga mulai rontok akibat panas
7	38,6	25	Bakal buah mulai muncul
8	44,2	29	Pertumbuhan buah lambat
9	49,7	33	Buah masih kecil
10	54,9	36	Buah mulai membesar
11	59,3	39	Buah hampir matang
12	63,1	41	Buah mendekati panen
13	65,0	43	Buah siap panen

Tabel 4.6 Data Pengamatan Tanaman Melon IOT

Minggu ke-	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun	Catatan
1	5,1	3	Bibit tumbuh stabil, sistem penyiraman otomatis aktif sesuai kondisi tanah

2	10,2	6	Daun tampak lebih hijau dan pertumbuhan konsisten
3	15,8	10	Batang mulai menguat, daun lebih lebar dan sehat
4	21,3	14	Pertumbuhan stabil, daun lebih rapat dan segar dibanding manual
5	27,8	18	Tanaman tumbuh seragam
6	34,5	22	Bunga muncul merata
7	41,2	27	Bakal buah terbentuk
8	47,9	31	Buah berkembang optimal
9	52,6	35	Buah siap panen

Pada minggu ke-4, tanaman IoT mencapai tinggi rata-rata 21,3 cm dengan 14 helai daun, sedangkan tanaman manual mencapai tinggi 20,2 cm dengan 13 helai daun. Meskipun selisih pertumbuhan pada fase awal belum terlalu signifikan, 1023system IoT mampu menjaga kelembapan tanah secara lebih stabil pada kisaran 66%–72%, sehingga kondisi lingkungan tumbuh lebih konsisten dibandingkan metode manual yang mengalami fluktuasi.

Perbedaan pertumbuhan menjadi lebih jelas pada fase lanjutan hingga pembentukan buah. Tanaman melon yang dirawat menggunakan sistem IoT mampu mencapai fase panen lebih cepat, yaitu pada minggu ke-9, sedangkan

tanaman melon dengan metode manual baru mencapai fase panen pada minggu ke-13. Percepatan waktu panen ini menunjukkan bahwa sistem IoT mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman sekitar 30% lebih cepat dibandingkan metode manual.

Selain itu, hasil panen menunjukkan bahwa sistem IoT menghasilkan 8 buah melon layak panen dengan 2 buah gagal panen, sedangkan metode manual hanya menghasilkan 6 buah layak panen dengan 4 buah gagal panen. Secara kuantitatif, sistem otomatis berbasis IoT menghasilkan 33,3% lebih banyak buah layak panen dan menurunkan tingkat kegagalan panen hingga 20%, dibandingkan metode manual yang memiliki tingkat kegagalan panen mencapai 40%.

Hasil ini menunjukkan bahwa pengendalian lingkungan yang lebih stabil melalui sistem IoT, khususnya dalam menjaga kelembapan tanah, suhu, dan pencahayaan, mampu mengurangi stres tanaman, mempercepat fase pertumbuhan, serta meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil panen. Dengan demikian, sistem greenhouse otomatis berbasis Internet of Things (IoT) terbukti lebih efektif dan efisien dibandingkan metode manual dalam mendukung budidaya tanaman melon pada lahan sempit.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem greenhouse berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan tanaman melon secara otomatis, meliputi suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya, menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor terintegrasi.
- b. Aplikasi monitoring berbasis Kodular serta integrasi bot Telegram terbukti efektif dalam menyajikan informasi kondisi greenhouse secara real-time dan memberikan notifikasi ketika terjadi perubahan nilai sensor atau status aktuator, sehingga mendukung pemantauan jarak jauh secara praktis.
- c. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanaman melon yang dirawat

menggunakan sistem otomatis berbasis IoT memiliki laju pertumbuhan lebih cepat dibandingkan metode manual, ditandai dengan pencapaian fase panen pada minggu ke-9, sementara metode manual mencapai fase panen pada minggu ke-13.

- d. Dari sisi produktivitas, sistem IoT menghasilkan jumlah buah layak panen yang lebih tinggi serta tingkat kegagalan panen yang lebih rendah dibandingkan metode manual, yang menunjukkan bahwa kestabilan lingkungan tumbuh berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan budidaya.
- e. Secara keseluruhan, penerapan sistem greenhouse otomatis berbasis IoT terbukti lebih efisien dan efektif dalam mendukung budidaya tanaman melon pada lahan sempit dibandingkan perawatan manual.

Pengembangan selanjutnya yang dapat dilakukan meliputi penambahan fitur kontrol manual perangkat melalui aplikasi atau bot Telegram serta integrasi sistem dengan basis data cloud untuk penyimpanan dan analisis data historis dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan serta penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada institusi tempat penulis bernaung atas dukungan fasilitas dan sarana penelitian yang diberikan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan arahan, masukan, serta diskusi yang konstruktif selama proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Selain itu, apresiasi diberikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pengumpulan data, pengujian sistem greenhouse berbasis Internet of Things (IoT), serta evaluasi hasil penelitian.

Akhir kata, penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan teknologi pertanian cerdas dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS), “Statistik Lahan Pertanian Indonesia 2018–2022,” BPS, Jakarta, Indonesia, 2023.
- [2] M. C. P. Ramadhan, F. Biabdillah, and A. Wajiansyah, “GrowTech: Penyiraman Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU V3 ESP8266,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 13, no. 3S1, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3S1.7931.
- [3] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), “Analisis suhu udara rata-rata Indonesia periode 1991–2024,” BMKG, Jakarta, Indonesia, 2024.
- [4] S. Y. Prasetyo dan A. Wijaya, “Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas buah melon,” *Jurnal Agroteknologi*, vol. 10, no. 3, pp. 145–152, 2019.
- [5] R. A. Wibowo, H. Santoso, dan L. Kurniawan, “Karakteristik intensitas cahaya pada kondisi cuaca cerah dan mendung,” *Jurnal Fisika Lingkungan*, vol. 8, no. 1, pp. 22–29, 2020.
- [6] East West Seed Indonesia, “Deskripsi varietas melon OKASA F1,” EWINDO Technical Datasheet, 2022.
- [7] K. Ashton, “That ‘Internet of Things’ Thing,” *RFID Journal*, pp. 97–114, 2009.
- [8] M. A. Khan, M. A. Khan, dan S. Abbas, “IoT-based smart agriculture: A review,” *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 168, pp. 105–115, 2020.
- [9] IEEE Standards Association, “IEEE Standard for Information Technology—Telecommunications and Information Exchange between Systems—Local and Metropolitan Area Networks—Specific Requirements—Part 11,” *IEEE Std 802.11*, 2020.
- [10] Espressif Systems, “ESP32 Series Datasheet,” Espressif Systems, Shanghai, China, 2023.
- [11] Aosong Electronics, “DHT11 Humidity and Temperature Sensor Datasheet,” Aosong Electronics Co., Ltd., 2018.
- [12] S. A. Nugroho dan R. Firmansyah, “Pemanfaatan sensor soil moisture untuk sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 45–52, 2020.
- [13] A. Kurniawan dan Y. Pratama, “Penggunaan sensor LDR dalam sistem kontrol pencahayaan otomatis,” *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, vol. 7, no. 2, pp. 60–66, 2019.
- [14] J. M. Gómez and L. Pérez, “LED grow light technology for controlled environment agriculture,” *International Journal of Agricultural Engineering*, vol. 12, no. 4, pp. 210–218, 2021.
- [15] A. Shamshiri et al., “Review of greenhouse climate control and automation systems,” *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 49, no. 1, pp. 1–15, 2018.
- [16] H. Wang, Y. Guo, and X. Li, “Effects of artificial light spectrum on plant growth,” *Sensors*, vol. 20, no. 3, pp. 1–14, 2020.