

ID: 27

Rancang Bangun Monitoring Smart Greenhouse (Rumah Kaca) Berbasis Internet Of Things (IOT) Dengan Mikrokontroler

The Design and Development of an Internet of Things (IoT)-Based Smart Greenhouse Monitoring System Using Microcontroller

Arif Ramdani^{1*}, Beni Wijaya², Ade Rukmana³, Sifa Nurpadillah⁴, Bambang Sugiarto⁵

^{1,2,3,4,5} Fakultas Teknik Universitas Garut

Garut, 44151, Indonesia

ariframdani1312@gmail.com^{1*}, beniw163@gmail.com², ade.rukmana@uniga.ac.id³,
sifanurpadillah@uniga.ac.id⁴, bsugiarto991@gmail.com⁵

Abstrak – Teknologi saat ini mengalami kemajuan yang pesat, salah satunya dengan adanya greenhouse yang bertujuan untuk menciptakan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan tanaman. Namun, banyak petani masih menggunakan metode tradisional yang tergantung pada kondisi alam yang tidak menentu. Sebagai solusi, sistem smart greenhouse berbasis IoT dirancang. Untuk merancang sistem smart greenhouse, sensor-sensor tersebut diintegrasikan dengan mikrokontroler yang mendukung konektivitas internet. Mikrokontroler mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya ke platform thingspeak. Teknologi yang diterapkan pada smart greenhouse berupa monitoring terhadap suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki error rata-rata 2,13% untuk suhu dan 3,69% untuk kelembaban udara, sensor soil moisture memiliki error rata-rata 3,2%, sensor LDR memiliki error rata-rata 3%, dan sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki error rata-rata 5,0%. Sistem ini terbukti akurat dan efisien, dengan kontrol otomatis yang berfungsi baik dan monitoring real-time yang memudahkan pemantauan.

Kata Kunci: Greenhouse, Internet of Things, Smart Greenhouse, Sensor, Kontrol otomatis, Monitoring real-time.

Abstract - Technological advancements are rapidly progressing, one of which is the development of greenhouses aimed at creating ideal conditions for plant growth. However, many farmers still rely on traditional methods that depend on unpredictable natural conditions. As a solution, an IoT-based smart greenhouse system is designed. To develop the smart greenhouse system, various sensors are integrated with a microcontroller that supports internet connectivity. The microcontroller collects data from the sensors and sends it to the ThingSpeak platform. The technology implemented in the smart greenhouse includes monitoring temperature, air humidity, soil moisture, and light intensity. Test results show that the DHT11 sensor has an average error of 2.13% for temperature and 3.69% for air humidity, the soil moisture sensor has an average error of 3.2%, the LDR sensor has an average error of 3%, and the HC-SR04 ultrasonic sensor has an average error of 5.0%. This system is proven to be accurate and efficient, with automatic control functioning well and real-time monitoring facilitating easy oversight.

Keywords: Greenhouse, Internet of Things, Smart Greenhouse, Sensor, Automatic Control, Real-time Monitoring.

1. Pendahuluan

Greenhouse adalah suatu bangunan yang digunakan untuk menanam tanaman. Strukturnya terbuat dari bahan plastik UV sehingga menciptakan iklim mikro (Microclimate) di dalam greenhouse yang berbeda dengan kondisi iklim di sekitarnya[1]. Terobosan baru di sektor pertanian terus berkembang di Indonesia, terutama di kota-kota besar. Disana, teknologi canggih

SENTER 2024, 03 Oktober 2024, pp. 164-174

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

164

sudah banyak diimplementasikan untuk mendukung produksi pertanian, termasuk penggunaan greenhouse itu sendiri, dimana greenhouse digunakan untuk menanam tanaman hortikultura (budidaya tanaman kebun) seperti buah-buahan dan sayuran. Namun, teknologi greenhouse ini masih belum tersebar luas di masyarakat, terutama di wilayah terpencil. Sebagian besar penduduk di wilayah tersebut masih mengandalkan metode tradisional dan sangat bergantung pada cuaca yang tidak stabil. Berdasarkan hasil observasi di daerah Garut Utara, ditemukan permasalahan tanaman yaitu kering dan layu pada ruang greenhouse. Permasalahan ini terjadi pada salah satu jenis tanaman cabai keriting di ruang greenhouse tersebut. Penyebab tanaman tersebut bisa kering dan layu bisa disebabkan dari beberapa faktor yaitu kekurangan air atau kelebihan air, selain itu suhu dan kelembaban juga berpengaruh terhadap kerusakan tanaman. Cabai keriting merupakan salah satu komoditas pertanian yang penting di Indonesia. Tanaman ini sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kualitas tanah. Permasalahan umum yang sering dihadapi petani cabai keriting meliputi serangan hama dan penyakit, kekurangan atau kelebihan air, dan kondisi cuaca yang tidak menentu. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan memanfaatkan teknologi smart greenhouse. Akan tetapi, selama ini pemeriksaan dan pengaturan sistem greenhouse masih dilakukan secara manual dan sangat bergantung pada lingkungan. Terdapat beberapa penelitian mengenai sistem smart greenhouse; [2][3][4][5]. Oleh karena itu dibuat sebuah penelitian pendahuluan mengenai sistem monitoring smart greenhouse berbasis Internet of Things (IoT).

2. Metode Penelitian

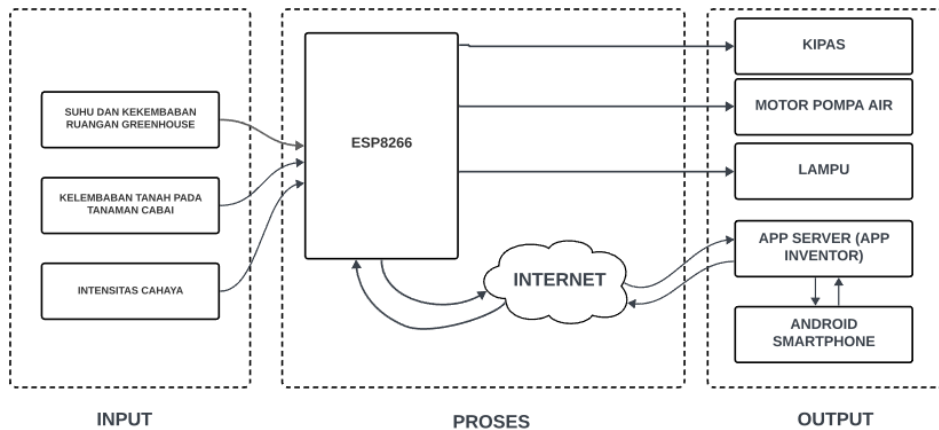
Metodologi yang digunakan adalah Rancang Bangun Alat.

2.1. Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Perangkat Keras	Kegunaan
1.	ESP8266	Mikroprosesor yang bertugas untuk berkomunikasi melalui WiFi, dukungan pemrograman dengan Arduino IDE, dan kemampuan untuk mengendalikan perangkat keras eksternal seperti sensor dan aktuator.
2.	Sensor DHT11	DHT11 yang bertugas untuk mengukur suhu dan kelembapan
3.	Ultrasonik HC-SR04	Sensor yang digunakan untuk mengukur jarak.
4.	Soil Moisture	Sensor Soil Moisture untuk mengukur tingkat kadar air dalam tanah
5.	Sensor LDR	Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi cahaya
6.	Smartphone	Smartphone digunakan untuk monitoring pada smart greenhouse, dimana pengguna dapat memantau kondisi lingkungan pada greenhouse
	Perangkat Lunak	
1.	Arduino IDE	Software yang digunakan untuk membuat kode program yang akan digunakan pada system.
2.	MIT App Inventor	Aplikasi App Inventor memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi sistem yang berbasis Android
3.	Thingspeak	Thingspeak digunakan untuk menampilkan data dari proyek yang sudah dibuat melalui Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

2.2. Diagram Blok



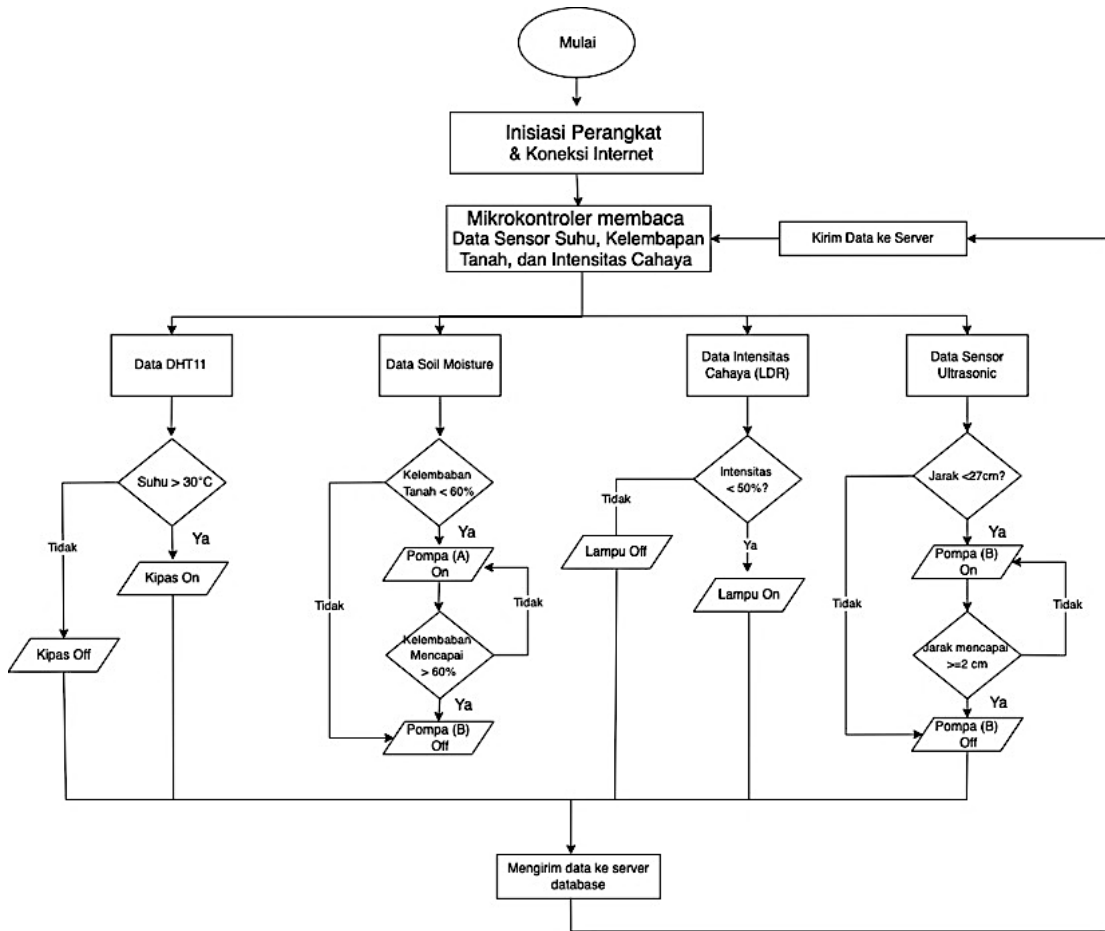
Gambar 2. Diagram blok

Gambar 1 menjelaskan cara kerja sistem yang terdiri dari tiga bagian utama: blok input, proses, dan output. Bagian input menerima data dari sensor yang mengukur parameter seperti suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya. Data ini kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diproses dan secara bersamaan dikirim ke server aplikasi melalui modul WiFi yang terhubung ke internet. Aplikasi di smartphone menampilkan hasil pengukuran ini pada panel monitor. Bagian output melibatkan perangkat seperti kipas, lampu, dan motor pompa air, yang diaktifkan ketika parameter menyentuh ambang batas yang telah ditentukan dalam perangkat lunak mikrokontroler. Proses ini memastikan sistem bekerja secara otomatis untuk memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan.

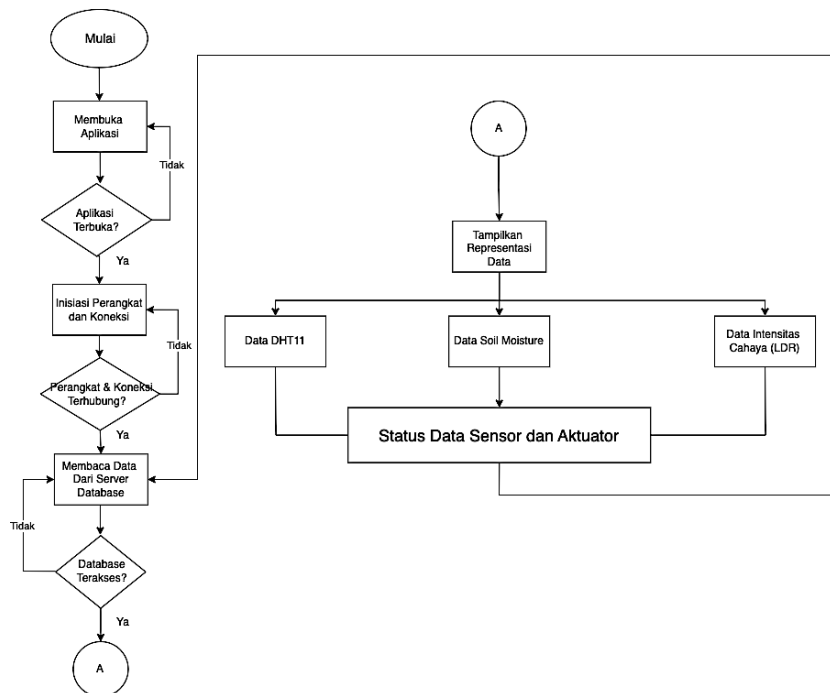
2.3. Flowchart Sistem dan Aplikasi

Flowchart pada Gambar 2 menggambarkan sistem ESP8266 yang dimulai dengan inisialisasi perangkat dan koneksi internet berdasarkan sumber yang telah ditentukan dalam kode program. Setelah terhubung, data sensor dikirim dari mikrokontroler ke server App Inventor. Sensor suhu (DHT11) mendeteksi suhu; jika suhu kurang dari 30°C, notifikasi kipas mati dikirim ke interface. Sistem terus memantau suhu dan mengirim notifikasi jika suhu normal atau panas sesuai set-point. Data kelembapan tanah juga dikirim ke server dan ditampilkan di aplikasi. Jika kelembapan kurang dari 60%, motor pompa hidup untuk menyiram tanaman hingga kelembapan mencapai 60%, lalu motor pompa mati. Sensor ultrasonik (HC-SR04) mendeteksi jarak; jika jarak kurang dari 27cm, pompa air hidup untuk mengisi bak penampungan, dan jika jarak mencapai 2cm atau lebih, pompa air mati. Sensor intensitas cahaya memantau tingkat cahaya; jika intensitas cahaya kurang dari 50%, lampu akan menyala, dan jika intensitas cahaya 50% atau lebih, lampu akan mati. Proses ini berjalan dalam loop kontinu untuk memantau dan mengatur kondisi lingkungan berdasarkan data sensor yang diperoleh.

Flowchart pada gambar 3 menggambarkan proses pengoperasian sistem monitoring berbasis aplikasi. Dimulai dengan membuka aplikasi, sistem memeriksa apakah aplikasi terhubung dengan internet. Jika tidak, proses berhenti. Jika terhubung, sistem melanjutkan dengan inisialisasi perangkat dan koneksi internet. Setelah terhubung, data sensor dibaca dan dikirim ke database. Jika koneksi database berhasil, data dari berbagai sensor seperti DHT11 (suhu), kelembapan tanah, dan intensitas cahaya (LDR) diambil dan direpresentasikan dalam aplikasi.



Gambar 2. Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchart Aplikasi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Hasil Pengujian DHT11

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Sensor DHT11

No	DHT11		Alat Ukur		Error (%)	
	Suhu (°C)	Humidity (%)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Suhu (°C)	Humidity (%)
1	24,1	86	23	90	4,78	4,44
2	24,3	86	24	90	1,25	4,44
3	24,5	84	24	86	2,08	2,33
4	24,8	83	25	85	0,80	2,35
5	25	83	26	85	3,85	2,35
6	25,5	82	26	85	1,92	3,53
7	25,8	82	26	84	0,77	2,38
8	25,8	80	26	84	0,77	4,76
9	26	80	27	83	3,70	3,61
10	26,5	80	27	83	1,85	3,61
11	26,7	81	27	84	1,11	3,57
12	27,2	81	28	84	2,86	3,57
13	27,5	79	28	83	1,79	4,82
14	28,5	79	29	83	1,72	4,82
15	29,2	79	30	83	2,67	4,82
Rata-Rata Nilai Error					2,13	3,69

Berdasarkan tabel 2 data hasil pengujian sensor DHT11. Perbandingan alat ukur suhu termometer analog dan sensor DHT11 memiliki nilai rata – rata error 2,13% suhu dan 3,69 % kelembaban.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor DHT11 Terhadap Output

No	Suhu yang terdeteksi (°C)	Kondisi Kipas
1	25,3	OFF
2	25,5	OFF
3	25,7	OFF
4	26	OFF
5	26,5	OFF
6	26,7	OFF
7	27,1	OFF
8	27,5	OFF
9	27,7	OFF
10	28	OFF
11	28,2	ON
12	28,5	ON

No	Suhu yang terdeteksi (°C)	Kondisi Kipas
13	28,9	ON
14	29	ON
15	29,3	ON

Hasil pengujian sensor DHT11 terhadap output menunjukkan bahwa sistem pengendalian kipas berfungsi dengan baik dan konsisten dalam merespon perubahan suhu.

3.2. Data Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture

No	Kelembaban Tanah (%)		Error (%)
	Sensor (%)	Alat Ukur (%)	
1	52%	50%	4%
2	65%	63%	3,2%
3	66%	69%	4,3%
4	68%	70%	2,9%
5	71%	69%	2,9%
6	72%	75%	4%
7	74%	76%	2,6%
8	78%	75%	4%
9	81%	82%	1,2%
10	85%	83%	2,4%
Rata-Rata Nilai <i>Error</i>			3,2 %

Berdasarkan tabel 4 hasil pengukuran sensor soil moisture dibandingkan dengan alat ukur manual menunjukkan bahwa sensor ini memiliki akurasi yang cukup baik dalam mendeteksi kelembaban tanah. Error terbesar yang tercatat adalah 4,3% pada pengukuran ketiga, namun sebagian besar error berada di bawah 3%. Rata-rata nilai error sebesar 3,2%.

Tabel 5. Pengujian Sensor Soil Moisture Terhadap Output

No	Nilai Pembacaan Sensor Soil Moisture (%)	Kondisi <i>Water Pump</i>
1	90%	OFF
2	88%	OFF
3	85%	OFF
4	80%	OFF
5	75%	OFF
6	70%	OFF
7	65%	OFF
8	60%	OFF
9	55%	ON

No	Nilai Pembacaan Sensor Soil Moisture (%)	Kondisi Water Pump
10	52%	ON
11	55%	ON
12	59%	ON

Hasil pengujian sensor soil moisture menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dalam mendeteksi kelembaban tanah.

3.3. Data Hasil Pengujian Sensor LDR

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Sensor LDR

No	Sensor LDR	Lux Meter	Error (%)
1	1050	1100	4,5%
2	1200	1250	4%
3	1350	1300	3,8%
4	1500	1450	3,4%
5	1700	1650	3,0%
6	2000	1950	2,6%
7	2200	2150	2,3%
8	2500	2450	2,0%
9	2750	2700	1,9%
10	3000	2950	1,7%
11	3200	3150	1,6%
12	3500	3450	1,4%
13	3750	3700	1,4%
14	4250	3950	7,6%
15	4527	4348	4,1%
Rata-Rata Nilai Error			3%

Berdasarkan tabel 6 nilai pembacaan sensor LDR dibandingkan dengan alat ukur lux meter menunjukkan beberapa variasi dalam rentang nilai lux antara 1050 hingga 4527. Secara umum, nilai pembacaan sensor LDR mendekati nilai pembacaan lux meter, dengan kesalahan relatif kecil. Nilai rata-rata error keseluruhan adalah 3%.

Tabel 7. Pengujian Sensor LDR Terhadap Output

No	Rata-Rata LUX	% (LUX)	Kondisi Lampu
1	1888	44,04%	ON
2	1907	44,48%	ON
3	1936	45,16%	ON
4	2044	47,68%	ON

No	Rata-Rata LUX	% (LUX)	Kondisi Lampu
5	2161	50,41%	OFF
6	2259	52,69%	OFF
7	2425	56,57%	OFF
8	2591	60,44%	OFF
9	2797	65,24%	OFF
10	3002	70,03%	OFF

Untuk melakukan perhitungan rata-rata pada hasil pengambilan data dari sensor LDR dapat dilakukan dengan rumus :

$$Nilai\ Rata - rata_{Lux} = \frac{Jumlah\ Pembacaan\ Lux}{Total\ Data} \quad (1)$$

Untuk, selanjutnya menghitung dari nilai rata-rata yang sudah didapat menjadi nilai persentase dengan rumus[6]:

$$Nilai\ Persentase_{Lux} = \frac{Nilai\ Rata-Rata}{Nilai\ Maximum(4287\ LUX)} \times 100 \quad (2)$$

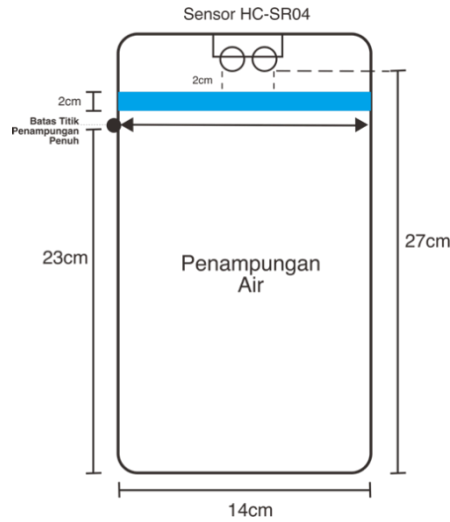
Berdasarkan hasil tabel 7 Lampu menyala (ON) ketika intensitas kurang dari 50% dan mati (OFF) ketika intensitas cahaya mencapai lebih dari 50%. Hasil ini memberikan gambaran mengenai bagaimana sensor LDR berfungsi dalam mendeteksi perubahan intensitas cahaya dan membantu dalam menilai kondisi lampu secara akurat.

3.4. Data Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

No	Sensor HC-SR04 (cm)	Alat Ukur (cm)	Error(%)
1	20cm	20,5cm	2,4%
2	17cm	17,5cm	2,9%
3	12cm	12,5cm	4%
4	7cm	7,5cm	6,7%
5	5cm	5,5cm	9,1%
Rata-Rata Nilai Error			5,0%

Berdasarkan tabel 8 hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan sensor HC-SR04 dan alat ukur berupa penggaris, terlihat adanya variasi antara nilai yang diukur oleh sensor dan nilai yang ditunjukkan oleh penggaris. Secara umum, sensor cenderung memberikan nilai yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran yang dilakukan menggunakan penggaris. Hal ini terlihat dari nilai error yang bervariasi untuk setiap pengukuran, dengan rata-rata keseluruhan error sebesar 5,0%.



Gambar 4. Desain Penampungan Air

Tabel 9. Pengujian Sensor HC-SR04 Terhadap Output

No	Nilai Pembacaan Sensor HC-SR04	Kondisi <i>Water Pump</i>
1	2cm	OFF
2	15cm	ON
3	20cm	ON
4	27cm	ON

Berdasarkan tabel 9 hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap kondisi pompa air, terlihat bahwa pada semua pengukuran, yaitu pada jarak 15 cm, 20 cm, dan 27 cm, pompa air selalu dalam kondisi ON. Hal ini terjadi karena semua jarak yang terdeteksi oleh sensor kurang dari sama dengan 27cm. Sesuai dengan logika yang digunakan, pompa akan mati jika jarak terdeteksi lebih dari 2 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 berhasil mengendalikan pompa air berdasarkan aturan yang telah ditentukan.

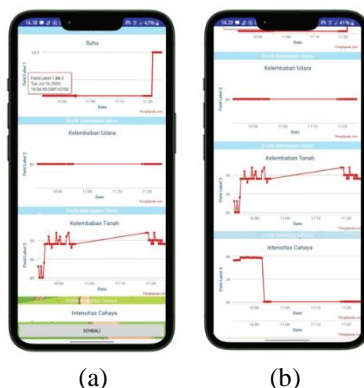
3.5. Pengujian Aplikasi



Gambar 5. (a)Tampilan Monitoring, (b)Tampilan Status Aktuator

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa ketika pengguna masuk ke halaman dashboard, aplikasi berhasil menampilkan data-data sensor dan aktuator sesuai dengan yang diharapkan. Pada

halaman dashboard aplikasi akan menampilkan data sensor, aktuator, dan button tampilan grafik untuk berpindah ke fitur yang lain atau kembali ke dashboard.



Gambar 6. Tampilan Diagram Aplikasi (a) Grafik Suhu, Kelembaban udara dan tanah (b) Grafik intensitas Cahaya

Pada halaman Diagram aplikasi akan menampilkan data sensor dalam bentuk diagram, aplikasi berhasil menampilkan data grafik dari setiap sensor sesuai dengan yang diharapkan dan terdapat botton kembali untuk berpindah ke fitur yang lain, jika ingin masuk pada tampilan halaman diagram grafik kita bisa klik button tampilan grafik seperti yang terlihat pada gambar 6.

3.6. Implementasi Smart Greenhouse



Gambar 7. Implementasi Smart Greenhouse dan Box Sistem

Perangkat keras dan yang dibuat berdasarkan perancangan yaitu monitoring smart greenhouse berbasis IoT yang dapat melakukan pengendalian suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya, penyiraman, pendingin, serta pengatur cahaya secara otomatis. selain itu petani cabai dapat melakukan monitoring terhadap lingkungan yang ada pada ruangan greenhouse melalui aplikasi yang telah dibuat.

4. Kesimpulan

Sistem Monitoring Smart Greenhouse berbasis IoT dirancang untuk memantau suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya dalam greenhouse. Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk suhu dan kelembaban udara, sensor soil moisture untuk kelembaban tanah, LDR untuk intensitas cahaya, dan HC-SR04 untuk ketinggian air. Semua sensor terhubung ke mikrokontroler dengan konektivitas internet, mengirimkan data secara real-time ke platform ThingSpeak untuk pemantauan dan analisis jarak jauh. Sistem ini juga memiliki mekanisme otomatis untuk mengontrol kipas, lampu, dan pompa air berdasarkan data sensor. Hasil pengukuran menunjukkan sensor berfungsi dengan baik dan respon akurat: DHT11 memonitor suhu dengan error rata-rata 2,13% dan kelembaban dengan error 3,69%, sensor soil

moisture mendeteksi kelembaban tanah dengan error rata-rata 3,2% dan mengontrol pompa air otomatis, sensor LDR mengukur intensitas cahaya dengan error rata-rata 3% dan mengontrol lampu otomatis, serta sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi ketinggian air dengan error rata-rata 5,0%. Monitoring melalui aplikasi menunjukkan setiap perubahan kondisi lingkungan dapat terdeteksi dengan baik dan cepat, ditampilkan secara real-time, dan memastikan kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman dalam greenhouse melalui kontrol otomatis yang berfungsi dengan baik.

Ucapan Terima Kasih

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Garut dan pihak lain yang telah memberikan kerjasama dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] A. A. Al-Farzaq dan W. Wildian, "Perancangan Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembaban Tanah pada Rumah Kaca Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 6, no. 2, hlm. 113–118, 2017, doi: 10.25077/jfu.6.2.113-118.2017.
- [2] A. M. Khafi, "Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Pada Greenhouse Tanaman Sawi Berbasis IoT," *Gener. J.*, vol. 3, no. 2, p. 37, 2019, doi: 10.29407/gj.v3i2.12973.
- [3] R. S. Ronaldo, R. S. Wahjudi, R. H. Subrata, and S. Sulaiman, "Perancangan Smart Greenhouse Sebagai Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (Iot)," *KOCENIN Ser. Konf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [4] A. R. Putri, Suroso, and Nasron, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind.* 2019, vol. 5, pp. 155–159, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/768>
- [5] A. Kurniawan, S. Sulitiadi, and A. Ristono, "Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak Microclimate Monitoring of Greenhouse in Real Time Using Thingspeak-Based Internet of Things (IoT)," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 10, no. 4, pp. 468–480, 2021, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v10.i4.468-480>
- [6] A. M. Yusa, S. Nurhalimah, and A. Fahmi, "Prototype Sistem Monitoring Intensitas Cahaya pada Budidaya Tanaman Cabai Rawit dengan Konsep Smart Farming Berbasis Internet Of Things (IOT)," *Softw. Dev. Digit. Bus. Intell. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 34–40, 2023, doi: 10.57203/session.v1i02.2023.34-40.