

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tujuan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pengendalian kelembapan akar tanaman daun bawang pada sistem aeroponik berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang. Pengujian meliputi validasi pembacaan kelembapan dan suhu oleh sembilan sensor DHT22, pengujian fungsi kendali pompa berdasarkan setpoint kelembapan yang telah ditentukan yaitu ON pada kelembapan di bawah 60% RH dan OFF pada kelembapan di atas 80% RH, serta pengujian fungsi monitoring menggunakan LCD I2C dan aplikasi Blynk. Hasil pengujian digunakan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja dengan baik sesuai fungsi yang telah dirancang.





Gambar 4.1 Sistem Aeroponik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pengendalian kelembapan akar tanaman daun bawang pada sistem aeroponik berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang. Pengujian meliputi validasi pembacaan kelembapan dan suhu oleh sembilan sensor DHT22, pengujian fungsi kendali pompa berdasarkan setpoint kelembapan yang telah ditentukan yaitu ON pada kelembapan di bawah 60% RH dan OFF pada kelembapan di atas 80% RH, serta pengujian fungsi monitoring menggunakan LCD I2C dan

aplikasi Blynk. Hasil pengujian digunakan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja dengan baik sesuai fungsi yang telah dirancang.

4.2 Skenario dan Parameter Pengujian

Pengujian sistem dilakukan pada instalasi aeroponik tanaman daun bawang yang dilengkapi dengan sembilan sensor DHT22 yang ditempatkan pada beberapa titik di sekitar area perakitan tanaman. Penempatan sensor bertujuan untuk memperoleh informasi kelembapan dari berbagai lokasi sehingga kondisi lingkungan akar dapat terpantau secara lebih menyeluruh. Data dari masing-masing sensor dibaca oleh ESP32 dengan interval pembacaan setiap 15 detik. Hasil pengujian ditampilkan pada LCD I2C secara real-time dan dikirimkan ke aplikasi Blynk setiap 10 menit melalui jaringan WiFi.

Pengujian dilakukan pada beberapa waktu pengamatan dengan kondisi lingkungan normal pada sistem aeroponik. Parameter yang diamati meliputi nilai kelembapan (%RH, jumlah sensor aktif, dan status pompa. Sistem menggunakan metode kendali histeresis dengan setpoint ON pada kelembapan di bawah 60% RH dan setpoint OFF pada kelembapan di atas 80% RH. Logika pengendalian yang diterapkan yaitu pompa akan aktif apabila terdapat minimal satu sensor yang mendeteksi kelembapan di bawah 60% RH, sedangkan pompa akan berhenti apabila terdapat minimal satu sensor yang mendeteksi kelembapan di atas 80% RH.

Tabel 4.1 Parameter Pengujian

Parameter	Nilai
Jumlah Sensor	9 Sensor DHT22
Mikrokontroler	ESP32
Interval Pembacaan Sensor	15 detik
Interval Pengiriman Blynk	10 menit
Media Monitoring Lokal	LCD I2C 16×2
Media Monitoring Jarak Jauh	Blynk
Setpoint ON	RH < 60%

Setpoint OFF	RH > 80%
Metode Kendali	Histeresis
Aktuator	Relay dan Pompa DC
Objek Pengujian	Tanaman Daun Bawang

4.3 Hasil Pengukuran Kelembapan DHT22

Pengukuran kelembapan dilakukan untuk mengetahui perubahan kondisi kelembapan pada area akar tanaman daun bawang selama sistem aeroponik beroperasi. Data diperoleh dari sembilan sensor DHT22 yang ditempatkan pada beberapa titik pengamatan di sekitar area perakaran dan dicatat pada beberapa waktu pengukuran. Parameter yang diamati meliputi nilai kelembapan relatif (%RH) dan status pompa. Hasil pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai kelembapan pada setiap titik pengamatan yang dipengaruhi oleh distribusi kabut air dari sistem misting. Data hasil pengukuran selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah analisis terhadap kinerja sistem pengendalian kelembapan yang telah dirancang

Tabel 4.2 Pengujian Sensor DHT22 pada Rabu, 17 Juni 2026

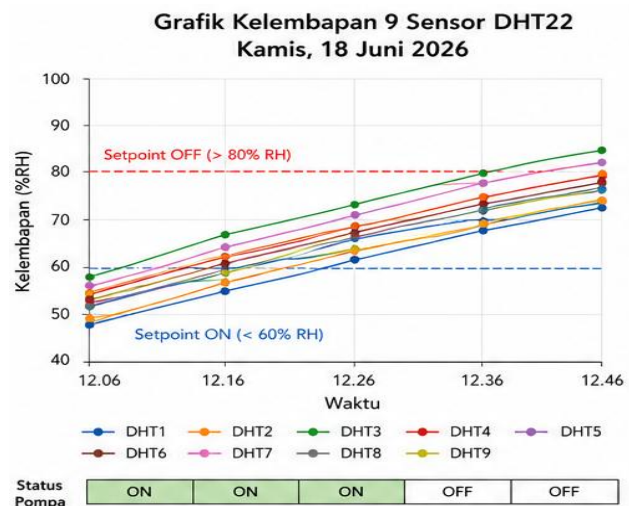
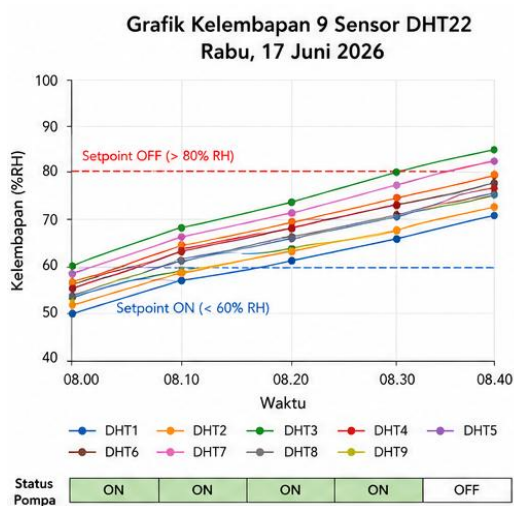
Waktu	DHT1	DHT2	DHT3	DHT4	DHT5	DHT6	DHT7	DHT8	DHT9	Status Pompa
08.00	58%	60%	59%	61%	64%	58%	59%	60%	61%	ON
08.10	60%	64%	62%	60%	71%	62%	64%	61%	62%	ON
08.20	71%	75%	69%	72%	80%	70%	78%	74%	70%	OFF
08.30	76%	77%	75%	78%	85%	76%	75%	77%	78%	OFF
08.40	82%	84%	81%	81%	88%	82%	83%	83%	82%	OFF

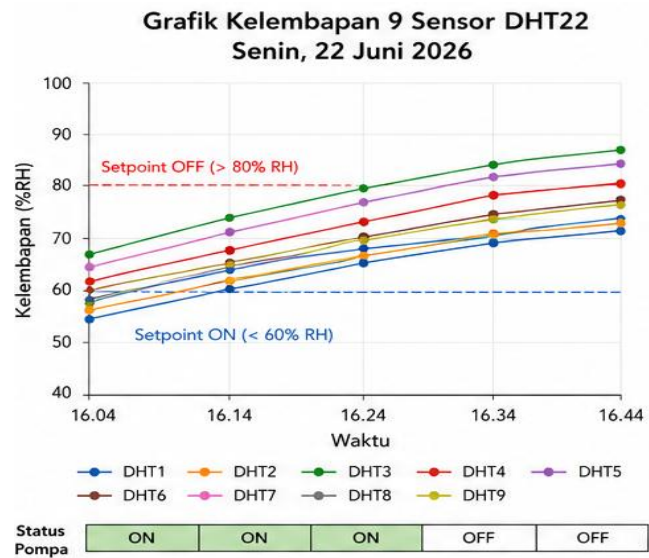
Tabel 4.3 Pengujian Sensor DHT22 pada Kamis, 18 Juni 2026

Waktu	DHT1	DHT2	DHT3	DHT4	DHT5	DHT6	DHT7	DHT8	DHT9	Status Pompa
12.06	60%	62%	61%	60%	65%	62%	63%	59%	62%	ON
12.16	60%	65%	62%	64%	69%	63%	66%	64%	65%	ON
12.26	69%	71%	69%	70%	73%	70%	73%	71%	72%	ON
12.36	76%	78%	78%	78%	83%	76%	75%	81%	78%	OFF
12.46	82%	83%	81%	84%	85%	82%	81%	83%	81%	OFF

Tabel 4.4 Pengujian Sensor DHT22 pada Senin, 22 Juni 2026

Waktu	DHT1	DHT2	DHT3	DHT4	DHT5	DHT6	DHT7	DHT8	DHT9	Status Pompa
16.04	59%	63%	61%	65%	63%	61%	64%	62%	63%	ON
16.14	60%	67%	65%	63%	71%	63%	69%	64%	65%	ON
16.24	67%	76%	69%	70%	80%	75%	77%	71%	72%	OFF
16.34	78%	80%	83%	81%	85%	83%	84%	82%	81%	OFF
16.44	83%	85%	87%	84%	88%	87%	89%	84%	81%	OFF





Gambar 4.2 Grafik Pengujian Sensor DHT22

4.4 Validasi Sensor DHT22

Sebelum digunakan sebagai input pada sistem pengendalian kelembapan akar tanaman daun bawang, sensor DHT22 terlebih dahulu dilakukan validasi untuk mengetahui tingkat konsistensi hasil pembacaan. Validasi dilakukan dengan menempatkan sembilan sensor DHT22 pada kondisi lingkungan yang sama sehingga seluruh sensor menerima kondisi kelembapan yang identik. Hasil pembacaan masing-masing sensor kemudian dibandingkan terhadap nilai rata-rata untuk memperoleh nilai deviasi. Nilai deviasi yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan spesifikasi akurasi sensor DHT22 berdasarkan datasheet, yaitu sebesar $\pm 2\%$ RH hingga maksimum $\pm 5\%$ RH. Berdasarkan rumus perhitungan yang telah diperoleh pada persamaan yang telah saya bahas pada sub bab 2.9.

Contoh: pada tabel 4.2 Rabu, 17 juni 2026 pukul 08.00

Tabel 4.5 Validasi Sensor

Sensor DHT22	Kelembapan
DHT1	58%
DHT2	60%
DHT3	59%
DHT4	61%
DHT5	60%

DHT6	58%
DHT7	59%
DHT8	60%
DHT9	61%

- Rata-rata pengukuran

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \dots (1)$$

$$\bar{x} = \frac{58 + 60 + 59 + 61 + 60 + 58 + 59 + 60 + 61}{9}$$

$$\bar{x} = \frac{536}{9}$$

$$\bar{x} = 59.55\%RH$$

- Deviasi atau validasi sensor

DHT1

$$D_1 = |58 - 59.55|$$

$$D_1 = 1.55\%RH$$

DHT2

$$D_1 = |60 - 59.55|$$

$$D_1 = 0.45\%RH$$

DHT3

$$D_1 = |59 - 59.55|$$

$$D_1 = 0.55\%RH$$

DHT4

$$D_1 = |61 - 59.55|$$

$$D_1 = 1.45\%RH$$

DHT5

$$D_1 = |60 - 59.55|$$

$$D_1 = 0.45\%RH$$

DHT6

$$D_1 = |58 - 59.55|$$

$$D_1 = 1.55\%RH$$

DHT7

$$D_1 = |59 - 59.55|$$

$$D_1 = 0.55\%RH$$

DHT7

$$D_1 = |60 - 59.55|$$

$$D_1 = 0.45\%RH$$

DHT9

$$D_1 = |61 - 59.55|$$

$$D_1 = 1.45\%RH$$

4.6 Tabel Hasil Evaluasi Sensor

Parameter	Nilai
Jumlah Sensor	9
Rata-rata RH	59.55 %RH
Deviasi Maksimum	1.55 %RH
Akurasi Datasheet	± 2 %RH
Status	Layak Digunakan

Berdasarkan hasil evaluasi sensor DHT22 yang ditunjukkan pada Tabel 4.6, diperoleh nilai rata-rata kelembapan sebesar 59,55% RH dari sembilan sensor yang digunakan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa deviasi maksimum antar sensor sebesar 1,55% RH. Nilai tersebut masih berada di bawah batas akurasi sensor DHT22 berdasarkan datasheet, yaitu $\pm 2\%$ RH. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh sensor memiliki tingkat konsistensi pembacaan yang baik dan tidak terdapat perbedaan pengukuran yang signifikan antar sensor. Dengan demikian, sensor DHT22 yang digunakan pada sistem aeroponik dinyatakan layak digunakan sebagai masukan sistem pengendalian kelembapan akar tanaman daun bawang karena mampu memberikan data yang relatif seragam dan sesuai dengan spesifikasi sensor.

4.4 Pengujian Pompa Air

Pengujian pompa air bertujuan untuk mengetahui apakah relay dan pompa air dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perintah yang diberikan oleh sistem. Pengujian dilakukan dengan mengamati respons relay dan pompa terhadap nilai kelembapan yang dibaca oleh sensor DHT22. Relay berfungsi sebagai sakelar elektronik yang menghubungkan dan memutuskan sumber daya pompa air berdasarkan kondisi kelembapan pada area perakaran tanaman.

Pada sistem yang dirancang, pompa air akan aktif (ON) apabila terdapat salah satu sensor DHT22 yang mendeteksi nilai kelembapan di bawah 60% RH. Ketika relay aktif, pompa akan menyuplai air ke nozzle misting sehingga menghasilkan kabut air untuk meningkatkan kelembapan di sekitar akar tanaman. Sebaliknya, pompa akan berhenti (OFF) apabila terdapat sensor yang mendeteksi nilai kelembapan di atas 80% RH. Kondisi

ini menunjukkan bahwa kelembapan pada area perakaran telah mencukupi sehingga proses misting tidak perlu dilakukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa relay mampu merespons perubahan nilai kelembapan sesuai dengan logika kendali yang telah diprogram. Ketika kelembapan berada di bawah batas minimum, relay dan pompa aktif secara otomatis, sedangkan saat kelembapan telah mencapai batas maksimum, relay memutuskan aliran listrik ke pompa sehingga pompa berhenti beroperasi. Dengan demikian, relay dan pompa air dapat berfungsi dengan baik sebagai aktuator dalam sistem pengendalian kelembapan akar tanaman daun bawang berbasis aeroponik.

Tabel 4.6 Pengujian Tegangan Output Relay

No	Kondisi Relay	Tegangan Relay	Keterangan
1	ON	5V	Berhasil
	OFF	0V	Berhasil

Tabel 4.7 Pengujian Tegangan Pompa

No	Kondisi Pompa	Tegangan Relay	Keterangan
1	ON	12V	Berhasil
	OFF	0V	Berhasil

4.5 Analisa Data

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, nilai kelembapan pada area perakaran mengalami perubahan secara bertahap setelah pompa misting diaktifkan. Pada kondisi awal pengujian, beberapa sensor menunjukkan nilai kelembapan yang relatif rendah. Setelah pompa bekerja, nilai kelembapan pada seluruh titik pengukuran mengalami peningkatan hingga mencapai batas yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa pompa mampu menghasilkan kabut air yang cukup untuk meningkatkan kelembapan pada area perakaran tanaman.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sensor DHT3, DHT5, dan DHT7 memiliki nilai kelembapan yang lebih tinggi dibandingkan sensor lainnya. Kondisi ini disebabkan oleh posisi ketiga sensor yang berada di bagian tengah area perakaran sehingga menerima distribusi kabut air secara lebih merata. Sebaliknya, sensor yang berada pada bagian tepi cenderung menunjukkan nilai kelembapan yang lebih rendah karena lebih terpengaruh oleh sirkulasi udara dan penyebaran kabut yang tidak seintensif area tengah.

Dari sisi pengendalian, relay mampu bekerja sesuai dengan kondisi kelembapan yang terdeteksi oleh sensor. Saat kelembapan berada pada kondisi rendah, relay mengaktifkan pompa sehingga proses misting dapat berlangsung. Setelah kelembapan meningkat dan mencapai batas yang telah ditentukan, relay memutus suplai daya ke pompa sehingga proses misting berhenti. Respon relay yang sesuai dengan perubahan kelembapan menunjukkan bahwa sistem kendali yang dirancang mampu bekerja dengan baik dalam mengatur operasi pompa secara otomatis.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi sensor DHT22, relay, dan pompa misting mampu menjaga kelembapan area perakaran sesuai kebutuhan sistem. Peningkatan kelembapan yang terjadi setelah pompa aktif serta penghentian pompa setelah kelembapan tercapai membuktikan bahwa seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi dan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang.