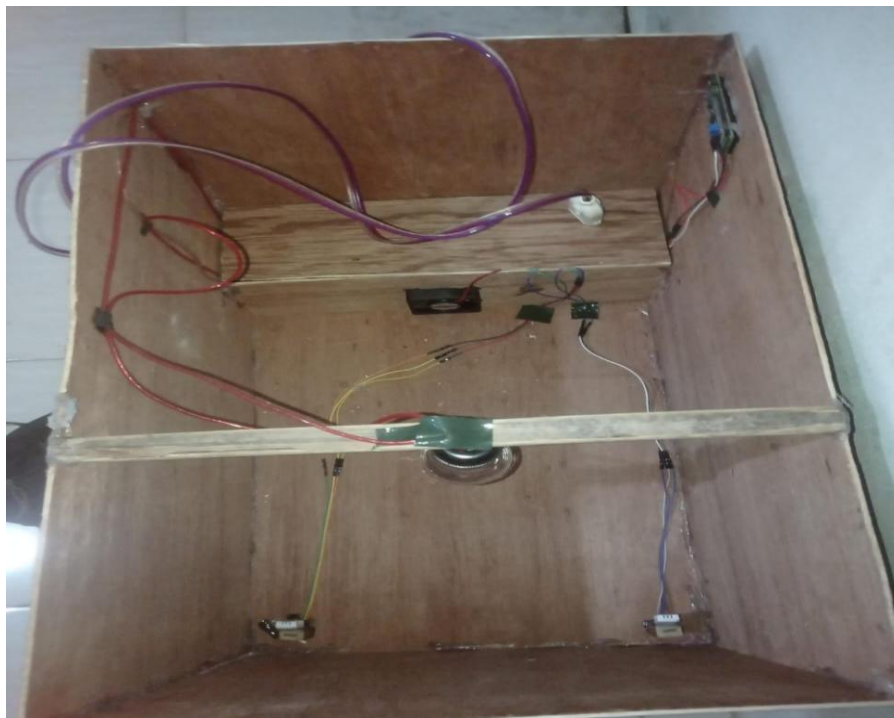


BAB V

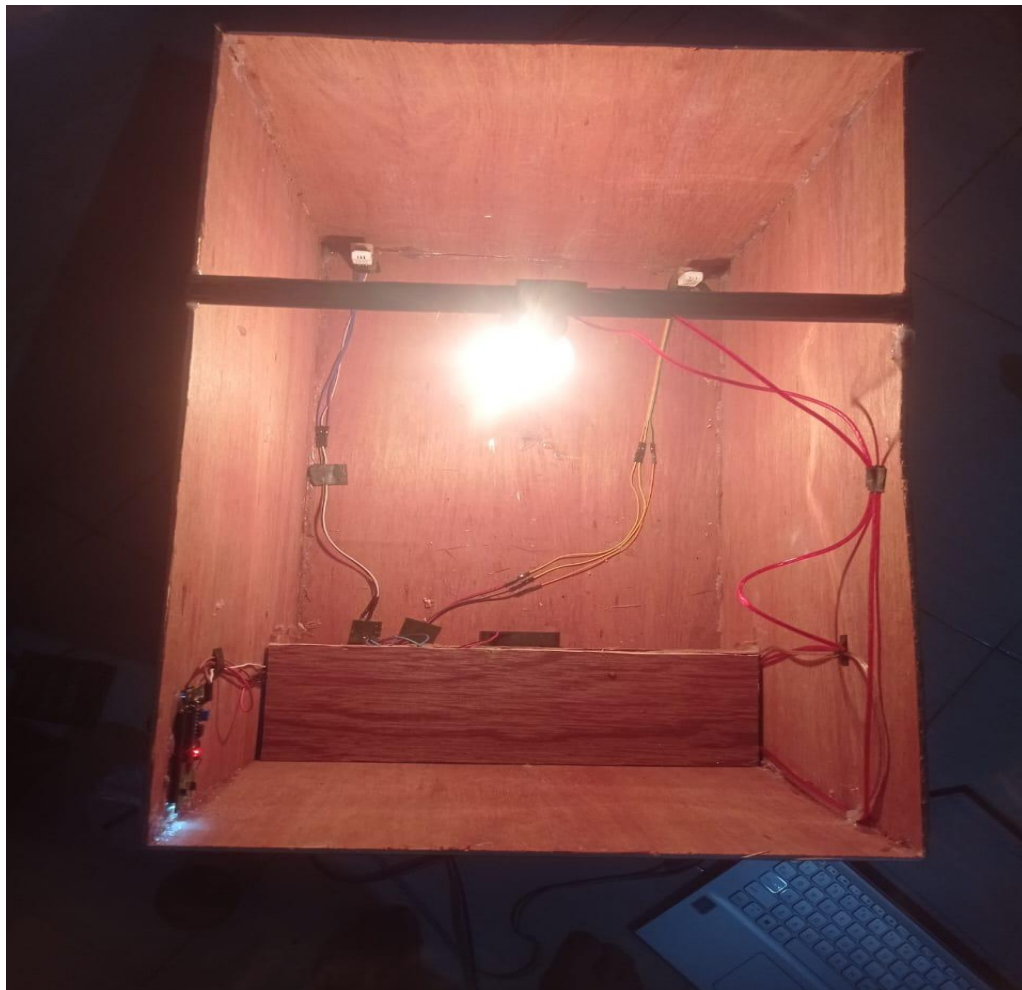
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

5.1. HASIL IMPLEMENTASI

Implementasi alat dilakukan dengan merangkai seluruh komponen ke dalam satu sistem monitoring suhu dan kelembaban pada kandang ternak jangkrik berbasis IoT. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai mikrokontroler pusat, yang mengendalikan dua sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, satu lampu pijar sebagai pemanas, kipas sebagai pendingin, serta LCD 16x2 sebagai media tampilan lokal. Gambar 5.1 menunjukkan bentuk fisik dari alat yang telah dirakit:



Gambar 5.1 Alat monitoring suhu dan kelembaban kandang jangkrik



Gambar 5.2 Box Kandang

Gambar 5.2 memperlihatkan kondisi di mana lampu pijar dalam kandang menyala. Hal ini terjadi karena suhu yang terdeteksi oleh kedua sensor DHT22 berada di bawah nilai ambang minimum yang telah ditentukan dalam sistem, yaitu 29.0°C . Pada kondisi ini, sistem secara otomatis mengaktifkan lampu pijar sebagai elemen pemanas untuk menaikkan suhu di dalam kandang agar kembali mencapai rentang suhu ideal bagi jangkrik. Logika kerja otomatisasi ini dirancang untuk menjaga kestabilan suhu di dalam kandang. Ketika suhu turun

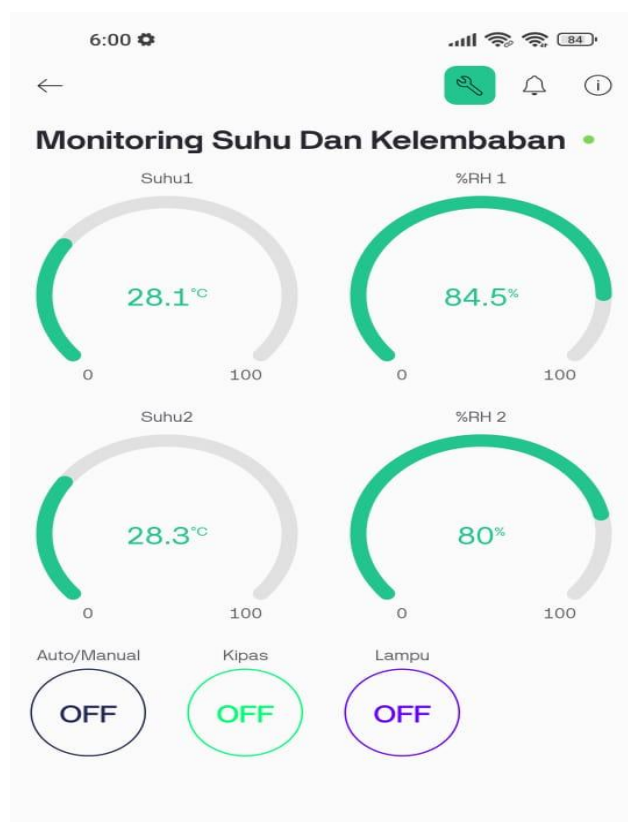
di bawah batas minimum, sistem akan menghidupkan lampu melalui relay yang dikendalikan oleh NodeMCU ESP8266.



Gambar 5.3 Tampilan LCD

Gambar 5.3 menunjukkan tampilan LCD 16x2 yang berfungsi menampilkan nilai suhu dan kelembaban relatif (Relative Humidity/RH) yang dibaca dari dua buah sensor DHT22. Setiap baris LCD menampilkan informasi dari masing-masing sensor, yaitu: Baris pertama menampilkan data dari sensor pertama (S1), dengan format: S1: 28.4°C RH: 83%, Baris kedua menampilkan data dari sensor kedua (S2), dengan format: S2: 28.5°C RH: 79% Tampilan ini memudahkan pengguna untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban di dalam kandang

secara langsung dan real-time melalui layar LCD yang terpasang pada bagian luar kotak kandang. Penggunaan dua sensor DHT22 ini bertujuan agar sistem dapat memperoleh pembacaan suhu dan kelembaban dari dua titik berbeda dalam kandang, sehingga hasil pemantauan lebih akurat dan menyeluruh. Hal ini sangat penting terutama jika suhu di dalam kandang bisa bervariasi tergantung posisi atau arah sirkulasi udara.



Gambar 5.4 Tampilan Dasbord Blynk

Gambar 5.4 menampilkan antarmuka Dashboard Blynk IoT yang digunakan untuk monitoring suhu dan kelembaban secara online melalui perangkat smartphone. Tampilan ini memperlihatkan informasi dari dua sensor DHT22 yang terpasang di dalam alat. Pada dashboard tersebut terdapat beberapa widget yang menampilkan data sebagai berikut: Suhu1 dan Suhu2:

Menampilkan suhu (dalam °C) dari masing-masing sensor (Sensor 1 dan Sensor 2). %RH 1 dan %RH 2: Menampilkan kelembaban relatif (Relative Humidity) dalam satuan persen dari Sensor 1 dan Sensor 2. Tombol Auto/Manual: Untuk mengatur mode kerja alat, apakah berjalan otomatis berdasarkan logika suhu atau dikendalikan secara manual. Tombol Kipas dan Lampu: Digunakan untuk menghidupkan atau mematikan kipas dan lampu secara manual jika mode manual diaktifkan. Dashboard ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban dari jarak jauh serta mengontrol perangkat (lampu dan kipas) melalui internet. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya bekerja otomatis, tetapi juga fleksibel dikendalikan secara manual melalui aplikasi Blynk.

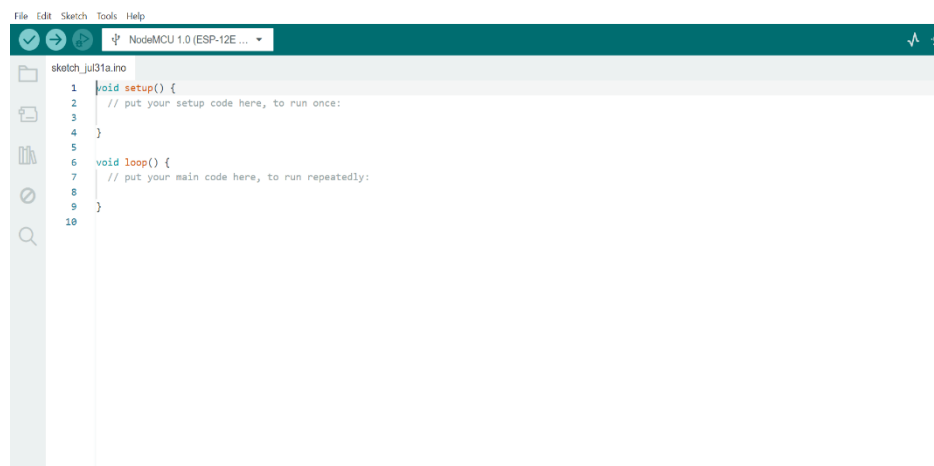
5.2. PENGUJIAN WHITE BOX PERANGKAT LUNAK

Pengujian white box didasarkan pada pengecekan terhadap detail perancangan, menggunakan struktur kontrol dari desain program secara prosedural untuk membagi pengujian ke dalam beberapa kasus pengujian. Hal pertama yang dilakukan dalam pengujian perangkat lunak adalah memberikan tegangan sumber ke alat, kemudian meletakkan alat dengan posisi komponen-komponen sensornya terhubung dengan baik.

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kemampuan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian. Untuk bahasa pemrograman C++ pada NodeMCU ESP8266, pengujian meliputi

pembuatan file baru, tahap menulis kode, dan terakhir adalah mengkompilasi serta mengunggah program. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Arduino IDE



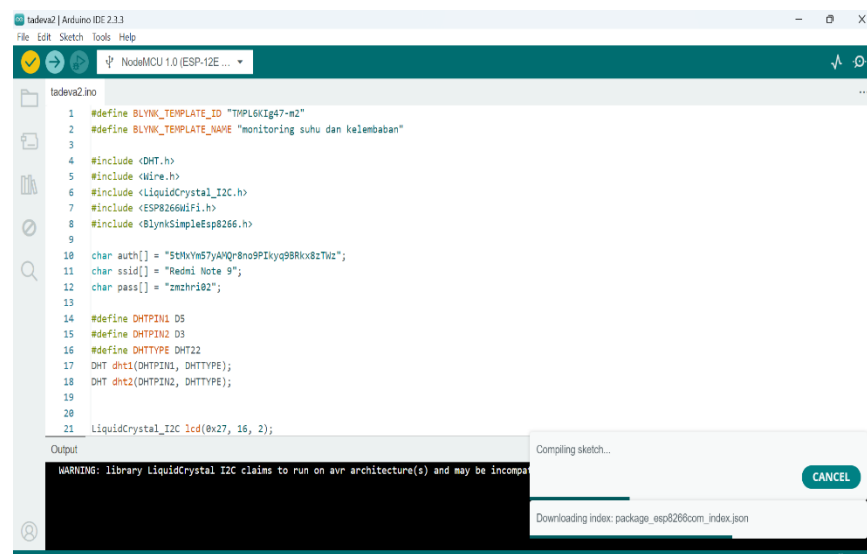
Gambar 5.5 Tampilan File Baru Arduino IDE

Pada tahap ini, peneliti menggunakan Arduino IDE untuk membuat program utama. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C++ dengan pustaka tambahan seperti DHT.h, LiquidCrystal_I2C.h, dan BlynkSimpleEsp8266.h.



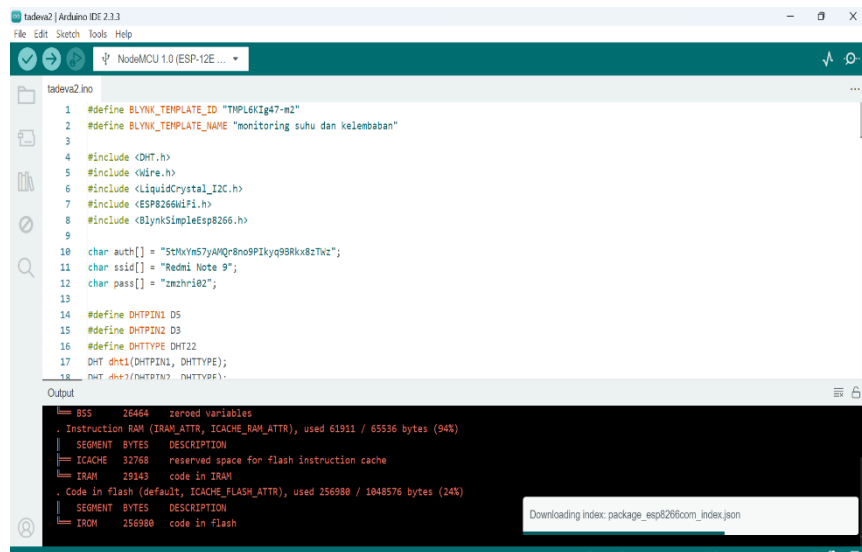
Gambar 5.6 Tampilan pustaka tambahan

Pada tahapan berikutnya, penulisan kode dilakukan di Arduino IDE. Kode ini mencakup inisialisasi pin, pembacaan data dari sensor DHT22, serta pengiriman data ke aplikasi Blynk. Kode tersebut akan mengatur bagaimana perangkat keras berinteraksi dan bagaimana data diproses serta ditampilkan gambar 5.5:



Gambar 5.7 Tampilan Penilsan code buat Sensor

Pada tahap akhir ini dilakukan proses kompilasi dari kode c++ ke dalam hexa. File hexa inilah yang akan diupload kedalam *hardware* di nodemcu ESP8266. Kompilasi program dilakukan agar nodemcu ESP8266 bisa mengeksekusi kode yang sudah dibuat dan menjalankan perintah program yang sudah di buat. Proses kompilasi dan upload kode dapat dilihat dalam gambar 5.6 sebagai berikut:



Gambar 5.8 Proses Kompilasi dan Upload

5.3. PENGUJIAN BLACK BOX

Pengujian black box bertujuan untuk menguji fungsionalitas sistem berdasarkan spesifikasi kebutuhan, tanpa memperhatikan struktur internal kode program. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan masukan (input) pada sistem dan mengamati keluaran (output) yang dihasilkan, untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Dalam proyek ini, pengujian black box dilakukan terhadap berbagai fungsi utama dari alat monitoring suhu dan kelembaban kandang jangkrik berbasis IoT, termasuk interaksi antara sensor, mikrokontroler, aktuator, tampilan LCD, dan aplikasi Blynk. Berikut ini adalah tabel pengujian black box yang dilakukan:

Tabel 5.1 Pengujian Blackbox

NO	Input	Output	Hasil Pungujian	Status
1	Sensor DHT22 membaca suhu dan kelembaban	Sensor aktif	Data suhu dan kelembaban ditampilkan di LCD dan Blynk	Berhasil
2	Suhu di bawah ambang minimum	< 28.5°C	Lampu Hidup	Berhasil
3	Suhu di bawah ambang maximum	< 32.0°C	Kipas hidup	Berhasil
4	Suhu dalam rentang normal	29.0°C- 31.5°C	Lampu dan kipas mati	Berhasil
5	Aplikasi Menampilkan suhu dan kelembaban	Sensor mengirim data	Data muncul di widget suhu dan kelembaban	Berhasil
6	Menekan tombol mode manual di blynk	Mode manual ON	Dapat mengontrol kipas dan lampu	Berhasil
7	LCD menampilkan data kedua sensor	Sistem berjalan	Tampilan suhu & kelembaban sensor 1 dan 2 muncul	Berhasil

5.3.1. Pengujian Tegangan NodeMCU

Pada pengujian tegangan nodemcu ESP8266, penulis bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan *output* yang di hasilkan oleh nodemcu ESP8266 untuk menjalankan sistem rangkaian yang sudah di rancang. nodemcu ESP8266 sendiri berfungsi sebagai pusat kendali alat untuk menjalankan sistem yang telah di rancang Hasil pengujian tegangan nodemcu ESP8266 dapat di lihat pada tabel

Tabel 5.2 Pengujian Tegangan NodeMCU ESP8266

Sumber	Beban	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)
NodeMCU ESP8266	Tanpa beban	5	3.6
NodeMCU ESP8266	Dengan beban 2 DHT22 dan LCD I2C)	5	3.5

5.3.2. Pengujian Kedua Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sensor ini mampu mendeteksi suhu dan kelembaban di dalam kandang jangkrik. Sensor ini digunakan untuk memantau kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan jangkrik. Data hasil pembacaan dari sensor kemudian dikirimkan ke NodeMCU untuk diproses dan ditampilkan pada LCD serta aplikasi Blynk. Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel berikut.

Tabel 5.3 Pengujian Sensor DHT22

No	Suhu Sensor (°C)	Kelembaban (%RH)	Output Lampu	Output Kipas	Keterangan
1	28.2	75.1	ON	OFF	Suhu < ambang min
2	29.5	73.8	OFF	OFF	Dalam ambang normal
3	32.5	71.4	OFF	ON	Suhu > ambang max
4	31.4	70.5	OFF	OFF	Kipas mati (histeresis)
5	28.8	76.3	ON	OFF	Lampu ON (hysteresis)
6	30.2	72.0	OFF	OFF	Normal

Tabel pengujian ini dibuat untuk memverifikasi apakah sistem bekerja sesuai dengan logika yang telah ditentukan berdasarkan nilai ambang suhu dan pengaturan hysteresis. Sistem menggunakan dua output utama lampu pemanas dan kipas pendingin, serta menampilkan data suhu dan kelembaban melalui LCD 16x2 dan dashboard Blynk. Suhu Sensor (°C) Nilai suhu yang terbaca dari sensor DHT22. Kelembaban (%RH) Nilai kelembaban udara yang terbaca dari sensor, dalam satuan Relative Humidity (%RH). Output Lampu status lampu pijar (ON

atau OFF). Akan menyala jika suhu di bawah ambang minimum dikurangi hysteresis ($< 28.5^{\circ}\text{C}$). Output Kipas status kipas pendingin (ON atau OFF).

menyala jika suhu melebihi ambang maksimum ($> 32.0^{\circ}\text{C}$). Keterangan menjelaskan situasi atau kondisi sistem berdasarkan suhu dan output yang dihasilkan. Sedangkan Hysteresis digunakan untuk mencegah perangkat lampu atau kipas hidup-mati secara cepat karena perubahan suhu kecil yang terjadi terus-menerus di sekitar ambang batas. Dengan hysteresis lampu menyala jika suhu $< 28.5^{\circ}\text{C}$, dan mati saat suhu $> 29.0^{\circ}\text{C}$ Kipas menyala jika suhu $> 32.0^{\circ}\text{C}$, dan mati saat suhu $< 31.5^{\circ}\text{C}$. Hal ini membuat sistem lebih stabil dan tidak mudah "berkedip" atau hidup-mati terus menerus.

5.3.3. Pengujian Waktu Pembacaan Sensor

Berikut ini adalah Tabel Pengujian Waktu Pembacaan Sensor Suhu dan Kelembaban menggunakan 2 sensor DHT22 (misalnya DHT1 & DHT2), lengkap dengan status lampu dan kipas, disesuaikan dengan ambang suhu minimum 29.0°C , maksimum 32.0°C , dan hysteresis 0.5° .

Tabel 5.4 Pengujian Waktu Pembacaan Sensor

No	Waktu	Suhu1 ($^{\circ}\text{C}$)	RH1 (%)	Suhu2 ($^{\circ}\text{C}$)	RH2 (%)	Status Lampu	Status Kipas
1	00:00	28.5	76.2	28.7	75.5	ON	OFF
2	00:02	29.2	75.0	29.4	74.5	OFF	OFF
3	00:04	30.8	74.0	30.9	73.6	OFF	OFF
4	00:06	31.6	73.0	32.1	72.8	OFF	ON

5	00:08	31.4	72.5	31.5	72.0	OFF	ON
6	00:10	30.7	73.1	30.9	73.3	OFF	OFF
7	00:12	28.9	75.2	28.6	75.7	ON	OFF

5.4. ANALISIS SISTEM SECARA KESELURUHAN

Untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan, dilakukan analisis menyeluruh terhadap kinerja sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Berdasarkan hasil analisis dan pengujian, sistem monitoring suhu dan kelembaban pada kandang jangkrik ini telah berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan perancangan. Sistem menggunakan dua sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban udara di dalam kandang. Data yang diperoleh ditampilkan pada LCD 16x2 secara lokal dan dikirim ke aplikasi Blynk secara real-time. Selain itu, sistem ini juga mengontrol lampu pemanas dan kipas pendingin secara otomatis berdasarkan nilai suhu dari kedua sensor tersebut, dengan mempertimbangkan nilai ambang dan hysteresis untuk menghindari nyala-mati yang tidak stabil.

Berikut ini adalah analisis pengujian yang telah dilakukan:

1. Pengujian Sensor DHT22

Sensor DHT22 dipasang di dua titik berbeda di dalam kandang untuk mendeteksi suhu dan kelembaban lingkungan secara lebih merata. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi suhu di dalam kandang, baik dengan memanaskan maupun mendinginkan area kandang. Hasil menunjukkan bahwa kedua sensor mampu membaca suhu dan kelembaban

dengan akurat dan stabil. Data pembacaan sensor ditampilkan di LCD dan juga terkirim ke aplikasi Blynk secara berkala.

2. Pengujian Kendali Otomatis Lampu dan Kipas

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kondisi suhu di bawah ambang minimum dan di atas ambang maksimum. Saat suhu turun di bawah 29.0°C , sistem secara otomatis menyalakan lampu pemanas. Sebaliknya, ketika suhu naik melebihi 31.0°C , kipas pendingin akan menyala. Logika kontrol ini menggunakan prinsip hysteresis agar menghindari perubahan status yang terlalu cepat atau berkedip. Sistem terbukti mampu menyalakan dan mematikan perangkat sesuai kondisi suhu dari dua sensor secara otomatis.

3. Pengujian Tampilan Interface

Data dari kedua sensor ditampilkan pada LCD 16x2 dalam format suhu dan kelembaban, serta dikirim ke aplikasi Blynk. Pengguna dapat melihat nilai suhu dan kelembaban dari masing-masing sensor langsung dari smartphone melalui aplikasi. Selain itu, pada aplikasi Blynk juga tersedia mode manual, sehingga pengguna dapat menghidupkan atau mematikan lampu dan kipas secara manual melalui tombol yang disediakan. Tampilan interface pada Blynk bekerja dengan baik dan memberikan pengalaman monitoring yang mudah dan informatif.

5.5. PROSES DAN HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN

Proses pengujian dilakukan dengan menjalankan alat dalam kondisi operasional sebenarnya, yaitu dengan menempatkan alat di dalam kandang jangkrik. Sistem ini telah dilengkapi dengan dua sensor DHT22 yang berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Data hasil pembacaan dari sensor kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 dan dikirim ke aplikasi Blynk secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan fungsinya dengan baik. Sensor DHT22 mampu membaca suhu dan kelembaban secara akurat dari dua titik berbeda dalam kandang. Selain itu, sistem juga mampu mengontrol lampu pemanas dan kipas pendingin secara otomatis berdasarkan suhu rata-rata dari kedua sensor. Pada aplikasi Blynk, pengguna dapat melihat nilai suhu dan kelembaban dari kedua sensor dan juga mengontrol kipas dan lampu secara manual melalui tombol yang tersedia. Notifikasi dapat dikembangkan apabila suhu melebihi atau di bawah ambang batas.

Tabel 5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Pembacaan Sensor DHT22	Memastikan dua sensor DHT22 dapat membaca suhu dan kelembaban secara akurat	Pembacaan suhu dan kelembaban ditampilkan di LCD dan Blynk secara real-time	Berhasil
2	Kendali Otomatis	Memastikan lampu menyala saat suhu rendah	Perangkat aktif sesuai ambang batas suhu dan logika hysteresis	Berhasil

	Lampu dan Kipas	dan kipas menyala saat suhu tinggi		
3	Tampilan LCD	Memastikan tampilan suhu dan kelembaban tampil dengan format yang benar	LCD menampilkan suhu dan RH dari dua sensor	Berhasil
4	Tampilan Interface Aplikasi Blynk	Memastikan aplikasi menampilkan data dari sensor dan menyediakan kontrol manual	Data tampil di widget, tombol kontrol dapat digunakan	Berhasil
5	Pengiriman Data ke Aplikasi Blynk	Memastikan data sensor terkirim ke Blynk secara berkala	Data suhu dan RH terkirim ke datastream virtual Blynk	Berhasil
6	Pengujian Notifikasi (opsional)	Memastikan sistem dapat memberikan notifikasi jika suhu ekstrem	Notifikasi dikirim saat suhu tinggi atau rendah (jika fitur diaktifkan)	Berhasil
7	Pengujian Tegangan NodeMCU	Mengukur tegangan output NodeMCU dalam kondisi beban dan tanpa beban	Tegangan stabil pada sekitar 3.3V–3.6V	Berhasil
8	Waktu Pembacaan Sensor	Memastikan waktu pembacaan data sesuai interval yang ditentukan (delay 2000 ms)	Pembacaan data konsisten setiap 2 detik dan tidak delay berlebihan	Berhasil

