

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan

3.1.1. Alat

Sebelum melaksanakan proses Rancang Bangun Otomasi Sistem Pengendalian Suhu Ruangan Pada Tanaman Jamur Tiram, terdapat sejumlah peralatan yang harus dipersiapkan terlebih dahulu. Rincian kebutuhan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat yang Dibutuhkan

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
1	ESP32	Mikrokontroler dengan WiFi dan Bluetooth	1 unit	Mengontrol sistem dan menghubungkan ke aplikasi IoT
2	Sensor DHT22	Sensor suhu dan kelembaban digital	1 unit	Mengukur suhu dan kelembaban lingkungan
3	Mesin Kabut	12-24V mini water pump	1 unit	Mengatur kelembaban dengan menyemprotkan kabut air
4	Relay Modul	Modul relay untuk mengendalikan perangkat hingga 10A pada 250V AC.	1 unit	Alat untuk mengendalikan perangkat seperti kipas atau sistem penyiraman otomatis.
5	Kabel Jumper	Male to male	±10 buah	Menghubungkan antar komponen pada breadboard
6	Casing/Box	Box pelindung berbahan plastik untuk menyimpan alat elektronik.	1 unit	Untuk menyimpan alat elektronik dengan aman
7	Selang kecil	Diameter sesuai mesin kabut	1 meter	Media penyalur air dari mesin kabut

3.1.2. Bahan

Sebelum memulai implementasi sistem Rancang Bangun Otomasi Sistem Pengendalian Suhu Ruangan Pada Tanaman Jamur Tiram, diperlukan serangkaian komponen utama yang harus dipersiapkan. Rincian dari komponen-komponen tersebut disajikan secara lebih lengkap pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Bahan yang Dibutuhkan

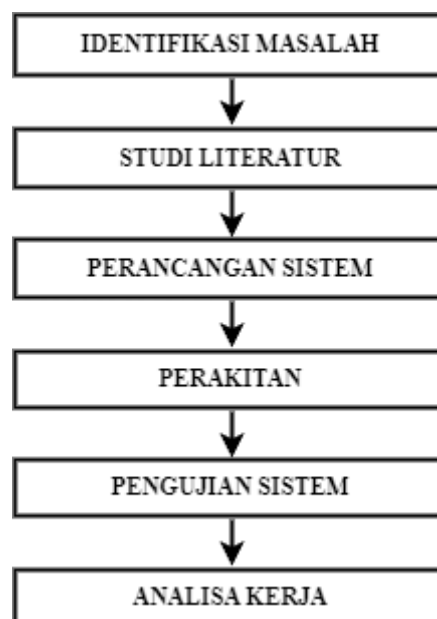
No.	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
1	Sensor DHT22	Sensor suhu dan kelembaban digital	1 unit	Mengukur suhu dan kelembaban lingkungan
2	Pemanas	Thermostar 30-100°C, Tegangan 220V.	1 unit	Untuk memanaskan lingkungan jamur tiram
3	Miniatur Kumbung	55 cm x 45 cm x 45 cm	1 unit	Berfungsi sebagai tempat budidaya jamur
4	Jamur	Jamur Tiram Putih	5	Objek penelitian yang digunakan

Terdapat beberapa komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini. Pertama adalah Sensor DHT22, yaitu sensor digital yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan di dalam ruang budidaya jamur. Sensor ini memiliki akurasi yang cukup tinggi dan memberikan data secara real-time, sehingga memungkinkan sistem untuk merespon secara otomatis terhadap perubahan kondisi lingkungan. Kedua, pemanas dengan spesifikasi Thermostar 30–100°C dan tegangan 220V digunakan untuk menjaga suhu lingkungan tetap berada pada batas optimal, khususnya ketika suhu turun di bawah ambang yang dibutuhkan oleh jamur tiram. Alat ini bekerja secara otomatis melalui sistem kendali mikrokontroler dan relay. Ketiga, digunakan miniatur kumbung berukuran panjang 55 cm, lebar 45 cm, tinggi 45 cm yang berfungsi sebagai ruang simulasi untuk budidaya jamur tiram. Kumbung ini

dirancang menyerupai kondisi nyata namun dalam skala kecil, agar memudahkan proses pengujian dan pengamatan secara efisien. Terakhir, objek utama penelitian ini adalah jamur tiram putih sebanyak 5 buah yang ditanam di dalam miniatur kumbung, dimana setiap jamur diberi jarak 2 cm antar jamur. Jamur ini digunakan sebagai indikator untuk mengamati efektivitas sistem dalam menjaga kondisi suhu dan kelembaban optimal guna mendukung pertumbuhan dan produktivitas jamur tiram secara maksimal. Seluruh perangkat dan bahan tersebut saling terintegrasi dalam sistem otomatis berbasis IoT yang dirancang.

3.2. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yang digambarkan dalam bentuk diagram blok pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

- Identifikasi Masalah

Langkah pertama yang sangat penting dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah yang akan diteliti. Tahapan ini dilakukan dengan mengamati masalah yang ada dan kemudian mengambil langkah-langkah untuk mendalaminya lebih lanjut, baik dengan observasi langsung maupun membaca *literatur* terkait.

- Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis melakukan pencarian referensi melalui berbagai pustaka dan penelitian sebelumnya yang relevan. Fokus pencarian adalah mengenai pembuatan sistem pengendalian suhu dan kelembaban pada budidaya jamur tiram yang menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)*.

- Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem pengendalian suhu dan kelembaban pada budidaya jamur tiram berbasis *IoT*, terdapat dua aspek utama yang harus diperhatikan, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Gambaran menyeluruh mengenai sistem ini dapat dijelaskan melalui diagram blok yang menggambarkan alur kerja secara fungsional. Untuk menunjang implementasi sistem, dilakukan identifikasi dan pengumpulan berbagai komponen seperti alat, bahan, dan perangkat lunak yang dibutuhkan. Setelah semua komponen tersedia, proses perakitan dilakukan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dirancang sebelumnya, guna memastikan seluruh bagian dapat berfungsi secara terpadu.

- Perakitan

Perakitan merupakan proses implementasi dari perancangan, di mana berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak digabungkan menjadi satu sistem yang berfungsi dengan baik. Proses ini kemudian diikuti dengan pengujian sistem.

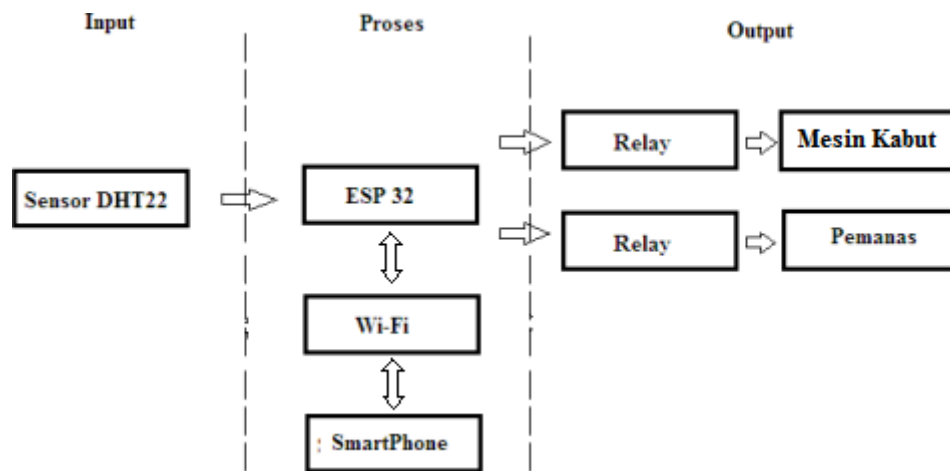
- **Pengujian Sistem**

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pengendalian suhu dan kelembaban otomatis yang telah dirancang berfungsi secara optimal dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Pengujian ini juga bertujuan untuk mendeteksi kemungkinan adanya kesalahan atau malfungsi pada perangkat yang digunakan, serta memberikan kesempatan untuk melakukan evaluasi dan perbaikan agar sistem dapat bekerja secara stabil dan efisien dalam lingkungan budidaya jamur tiram.

- Analisa kerja dilakukan untuk menilai sejauh mana sistem pengendalian suhu dan kelembaban otomatis pada budidaya jamur tiram berfungsi sesuai dengan rancangan. Sistem ini membaca data dari sensor *DHT22* yang kemudian diproses oleh mikrokontroler *ESP32* untuk mengaktifkan pemanas saat suhu di bawah 24°C dan mengaktifkan mesin kabut air saat kelembaban turun di bawah 80%. Hasil analisa menunjukkan bahwa sistem merespons perubahan lingkungan dengan baik dan mampu menjaga kondisi budidaya tetap dalam batas optimal secara otomatis, sehingga sistem dinilai efektif dan sesuai dengan tujuan perancangan.

3.3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan sistem ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam proses pembuatan alat. Konsep dari Sistem Pengendalian Suhu Ruangan pada Budidaya Jamur Tiram divisualisasikan melalui diagram blok yang ditampilkan pada Gambar 3.2. Diagram tersebut menyajikan gambaran menyeluruh mengenai mekanisme kerja sistem otomatis yang dirancang untuk mengatur suhu ruangan pada budidaya jamur tiram.



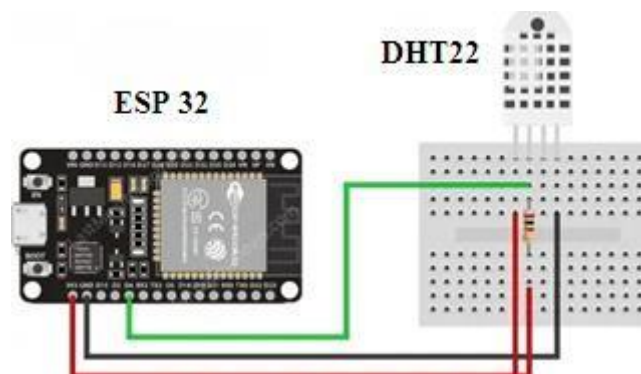
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem

Gambar di atas merupakan diagram blok dari sistem otomatis pengendalian suhu dan kelembaban pada budidaya jamur tiram berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input, digunakan sensor DHT22 yang berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara di dalam ruang budidaya. Data dari sensor ini kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat pengendali sistem. Pada bagian proses, ESP32 akan menganalisis data dari sensor dan menentukan apakah suhu dan kelembaban berada dalam batas optimal (suhu 24-27°C dan kelembaban 80–90%). Jika tidak sesuai, ESP32 akan mengaktifkan relay yang menghubungkan komponen aktuator seperti mesin kabut dan pemanas. Untuk konektivitas, ESP32 terhubung ke jaringan *Wi-Fi* yang memungkinkan data dikirim ke aplikasi Blynk pada smartphone. Dengan aplikasi tersebut, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time dan juga mengontrol sistem secara manual jika diperlukan. Pada bagian output, terdapat dua relay yang masing-masing terhubung ke mesin kabut dan pemanas. Jika kelembaban turun di bawah ambang batas, relay akan mengaktifkan mesin kabut untuk menyemprotkan air atau embun ke ruang budidaya. Begitu juga jika suhu turun di bawah ambang batas, relay akan mengaktifkan pemanas untuk menaikkan suhu. Seluruh sistem bekerja

secara otomatis dan terintegrasi, sehingga dapat menjaga kestabilan lingkungan tumbuh jamur tiram secara efisien dan berkelanjutan.

3.3.1. Perancangan Sensor DHT22

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di lingkungan budidaya jamur tiram. Sensor ini sangat cocok digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta mampu bekerja dalam rentang suhu dan kelembaban yang luas. Pemasangan sensor DHT22 dilakukan dengan menempatkannya di dalam ruang tumbuh jamur pada posisi yang dapat merepresentasikan kondisi lingkungan secara keseluruhan. Sensor ini kemudian dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 untuk mengirimkan data secara berkala. Ilustrasi atau diagram pemasangan sensor DHT22 dapat dilihat pada Gambar 3.3.



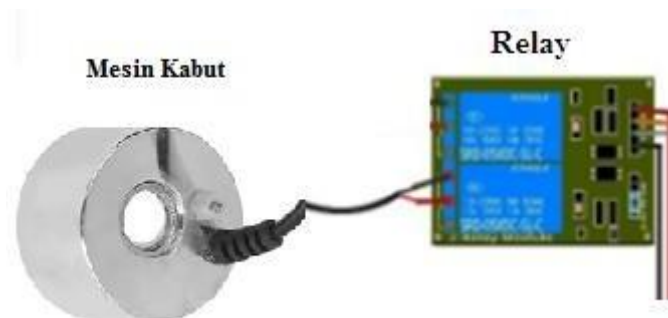
Gambar 3. 3 Instalasi DHT22 pada ESP32

Pada instalasi sensor DHT22, digunakan tiga pin utama dari mikrokontroler ESP32, yaitu pin *GND*, *VCC*, dan pin data. Pin *GND* dari sensor DHT22 dihubungkan dengan pin *GND* pada ESP32 untuk menyediakan referensi tegangan. Pin *VCC* sensor dihubungkan ke pin 3.3V atau 5V pada ESP32 (tergantung varian DHT22 yang digunakan) untuk memberikan suplai daya. Sementara itu, pin data dari sensor DHT22 dihubungkan ke salah satu pin digital ESP32, seperti *D4*, untuk memungkinkan pengiriman data suhu dan kelembaban ke *mikrokontroler*.

Sebuah resistor pull-up umumnya ditambahkan antara pin data dan VCC untuk menjaga kestabilan sinyal komunikasi.

3.3.2. Perancangan Relay Mesin Kabut

Driver relay yang digunakan pada sistem ini adalah jenis relay switch yang berfungsi untuk mengendalikan mesin kabut otomatis berdasarkan perintah dari mikrokontroler. Relay ini memiliki konfigurasi *normally open (NO)* dan *normally close (NC)* serta mendukung arus AC hingga 250V/10A dan arus DC hingga 30V/10A, dengan tegangan pemicu sebesar 5V DC.



Gambar 3. 4 Instalasi Relay Mesin Kabut

Mesin kabut berperan dalam menyemprotkan air atau uap air ke lingkungan budidaya jamur tiram guna menjaga kelembaban yang sesuai bagi pertumbuhan jamur. Dalam instalasi rangkaian, beberapa pin utama pada relay dihubungkan ke mikrokontroler ESP32. Pin *GND* pada relay dihubungkan ke ground dari catu daya, pin *VCC* terhubung ke sumber tegangan 5V, dan pin input (data) relay dihubungkan ke salah satu pin digital ESP32, misalnya pin *D6*. Dengan pengaturan ini, ESP32 dapat mengaktifkan atau menonaktifkan mesin kabut melalui sinyal digital yang dikirimkan ke driver relay.

3.3.3. Perancangan Relay Pemanas

Driver relay yang digunakan dalam sistem ini berfungsi untuk mengontrol perangkat pemanas secara otomatis berdasarkan data suhu yang diterima

dari sensor *DHT22*. Relay ini merupakan tipe switch dengan konfigurasi *normally open (NO)* dan *normally close (NC)* yang mampu menangani tegangan AC hingga 250V/10A dan tegangan DC hingga 30V/10A, dengan tegangan pemicu 5V DC.



Gambar 3. 5 Instalasi Relay Pemanas

Pemanas ini diaktifkan saat suhu di lingkungan budidaya jamur tiram turun di bawah ambang batas yang ditentukan, guna menjaga kondisi ideal pertumbuhan. Dalam instalasi rangkaian, relay terhubung dengan mikrokontroler *ESP32* melalui tiga pin utama: *GND*, *VCC*, dan *Input (IN)*. Pin *GND* dihubungkan ke ground dari catu daya, pin *VCC* ke sumber tegangan 5V, dan pin input data dihubungkan ke salah satu pin digital *ESP32* (misalnya pin *D5*). Ketika *ESP32* mendeteksi bahwa suhu tidak sesuai, ia akan mengirim sinyal ke relay untuk menyalakan pemanas. Rangkaian ini memastikan bahwa suhu tetap stabil tanpa perlu intervensi manual.

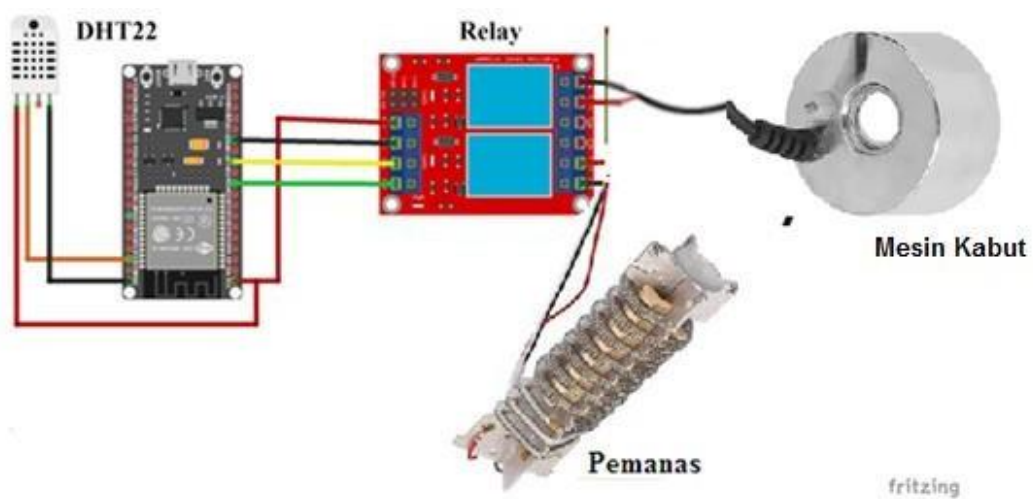
3.3.4. Perancangan Miniatur

Ukuran miniatur alat dirancang agar sesuai dengan kebutuhan ruang budidaya jamur tiram dan mudah dalam proses instalasi. Sistem ini dibuat dalam bentuk kotak dan portabel, dengan dimensi utama berkisar **55 cm x 45 cm x 45 cm** (panjang x lebar x tinggi) yang mampu menampung 5 jamur tiram dalam 2 rak jamur yang bertingkat. Dimensi ini mencakup seluruh rangkaian utama, termasuk sensor *DHT22*, mikrokontroler *ESP32*,

dua buah modul relay, serta mesin kabut dan pemanas mini. Dengan ukuran yang relatif kecil, alat ini dapat dipasang di dalam ruang budidaya tanpa mengganggu area pertumbuhan jamur. Selain itu, desain miniatur ini memungkinkan alat dapat diintegrasikan ke dalam rak atau dinding kumbung jamur secara efisien dan rapi.

3.3.5. Instalasi Keseluruhan

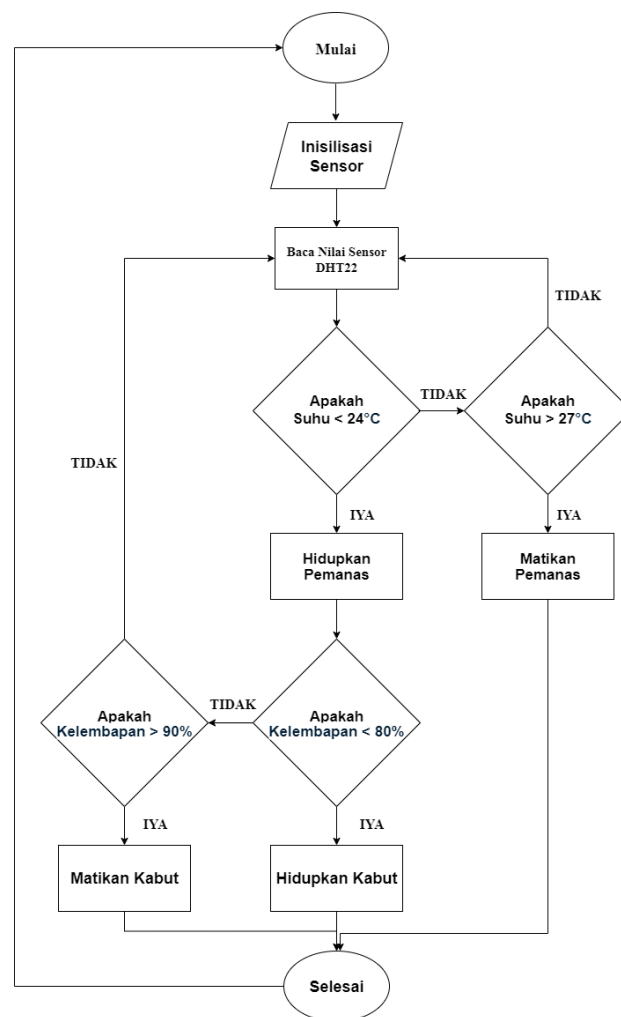
Instalasi keseluruhan merupakan tahap akhir dalam proses perancangan yang telah dirancang dan direncanakan sebelumnya. Pada fase ini, seluruh komponen perangkat keras dipasang dan dirakit secara menyeluruh sesuai dengan rancangan sistem yang telah ditentukan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja secara terpadu dalam satu kesatuan sistem. Adapun visualisasi dari instalasi keseluruhan rangkaian sistem dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Instalasi Keseluruhan

3.4. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak mencakup tahapan mulai dari penyusunan diagram alur (*flowchart*) hingga integrasinya dengan perangkat keras yang telah dirakit. Diagram alur ini berfungsi sebagai panduan logika sistem dalam merespons input dan mengontrol output secara otomatis. *Flowchart* memberikan gambaran jelas mengenai alur kerja program, mulai dari pembacaan data sensor, pengolahan data oleh *mikrokontroler*, hingga proses aktivasi aktuator seperti mesin kabut dan pemanas. Ilustrasi mengenai *flowchart* dari program yang akan diterapkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Flowchart Keseluruhan

Gambar 3.7 menggambarkan Flowchart yang ditampilkan merupakan representasi visual dari sistem otomatis yang dirancang untuk mengendalikan suhu dan kelembapan dalam ruang budidaya jamur tiram berbasis mikrokontroler dan sensor DHT22. Proses dimulai dengan langkah "Mulai", yang menandai awal eksekusi program pada perangkat mikrokontroler (ESP32). Selanjutnya, sistem melakukan inisialisasi sensor, yaitu proses pemanggilan fungsi dan pengaturan awal agar sensor DHT22 dapat beroperasi secara optimal untuk membaca suhu dan kelembapan lingkungan sekitar. Inisialisasi ini mencakup konfigurasi pin, pengaturan delay, dan pemeriksaan koneksi sensor.

Setelah inisialisasi selesai, sistem melanjutkan ke tahap pembacaan nilai sensor, di mana sensor DHT22 akan mengukur suhu (dalam satuan °C) dan kelembapan relatif udara (dalam persen). Nilai yang diperoleh akan dikirim dan disimpan sementara dalam variabel untuk dianalisis. Kemudian, sistem memasuki blok keputusan yang berfungsi sebagai logika utama pengendali. Di tahap ini, sistem memeriksa dua kondisi sekaligus, yaitu apakah suhu lebih rendah dari 24°C dan kelembapan lebih rendah dari 80%. Jika kedua kondisi terpenuhi, artinya lingkungan budidaya terlalu dingin dan kering bagi pertumbuhan jamur tiram, maka sistem akan mengaktifkan dua aktuator secara bersamaan. Aktuator yang pertama adalah pemanas, yang berfungsi untuk menaikkan suhu dalam kumbung ke batas optimal (sekitar 24–27°C). Kedua adalah mesin kabut atau mist maker, yang bertugas menghasilkan kabut air halus untuk meningkatkan kelembapan di dalam ruangan hingga mencapai rentang optimal bagi pembentukan tubuh buah jamur. Proses aktivasi ini dilakukan melalui relay yang dikontrol mikrokontroler berdasarkan data sensor.

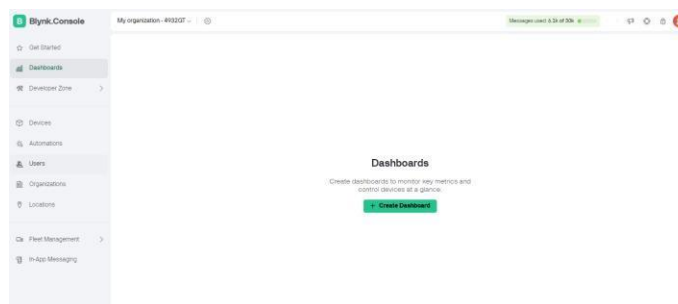
Jika kondisi tidak terpenuhi (misalnya suhu di atas 22°C atau kelembapan sudah cukup), maka sistem tidak mengaktifkan alat apa pun dan akan kembali ke tahap pembacaan sensor, menciptakan siklus pemantauan berkelanjutan. Siklus ini akan terus berlangsung agar lingkungan tetap dalam kondisi stabil

tanpa perlu intervensi manual. Tahapan terakhir adalah blok —Selesai, yang mengindikasikan bahwa satu siklus pemeriksaan telah selesai, dan sistem siap mengulang proses dari awal. Flowchart ini menunjukkan bagaimana integrasi sensor, mikrokontroler, dan aktuator dapat menciptakan sistem pengendalian lingkungan otomatis yang efektif untuk mendukung pertumbuhan jamur tiram secara optimal dan efisien.

3.4.1. Rancangan Blynk

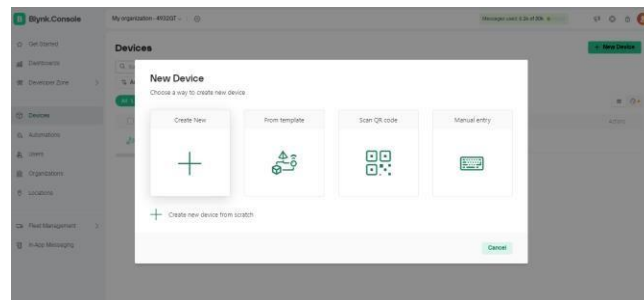
Perancangan aplikasi *Blynk* bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam memantau dan mengendalikan sistem pengendalian suhu dan kelembaban secara real-time melalui perangkat seluler. Blynk merupakan platform *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan pengguna menghubungkan mikrokontroler, seperti ESP32, dengan antarmuka aplikasi yang intuitif. Dalam penelitian ini, aplikasi *Blynk* dirancang untuk menampilkan data suhu dan kelembaban yang dibaca oleh sensor DHT22.

- Kunjungi situs web *Blynk.io*.



Gambar 3. 8 Situs web blynk

- Selanjutnya, membuat templat. Buka bagian Template di menu sebelah kiri dan klik tombol + *Template Baru*.



Gambar 3. 9 Template baru

- Beri nama templat baru, lalu tentukan perangkat keras dan konektivitas yang akan digunakan.

NAME
lot 3 / 50

HARDWARE
ESP32

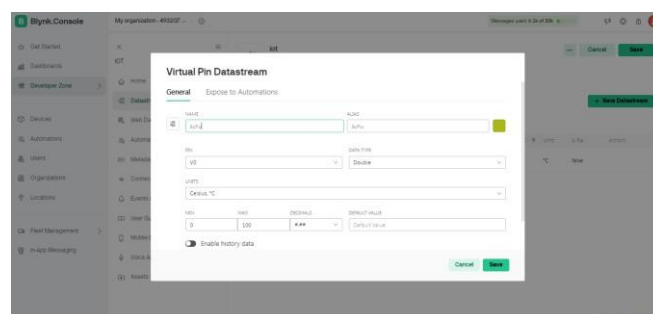
CONNECTION TYPE
WiFi

TEMPLATE DESCRIPTION (OPTIONAL)
Enter... 0 / 128

HOTSPOT PREFIX
Hotspot Prefix

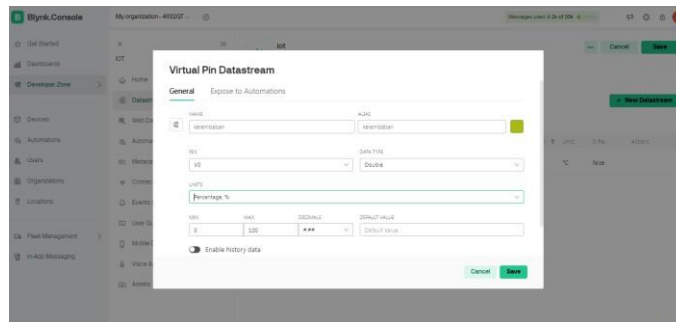
Gambar 3. 10 Menentukan Perangkat

- Buka tab *Datastream*, siapkan Datastream seperti ini : Nama: Suhu, Pin Virtual: V0, Tipe Data: *Double*, Satuan: *Celsius*, Min/Maks: 0/100.



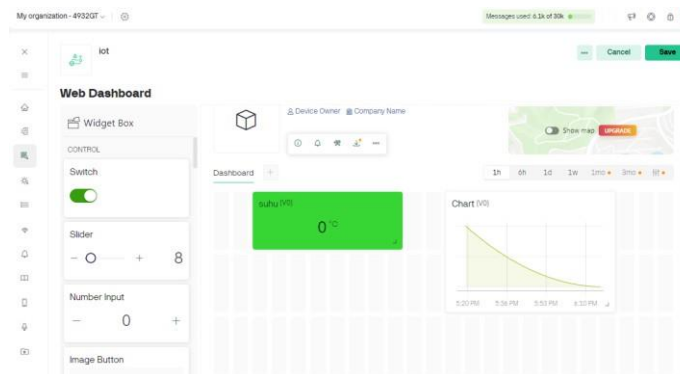
Gambar 3. 11 Datastream suhu

- Kemudian dengan cara yang sama buat aliran data untuk kelembapan. Nama: Kelembapan Virtual Pin: V1 Tipe Data: *Double*, Satuan: Persentase Min/Maks: 0/100.



Gambar 3. 12 Datastream kelembapan

- Sekarang membuat dasbor web. Untuk ini, buka tab dasbor web, dengan cara menyeret dan melepas dua label, satu untuk suhu dan satu untuk kelembapan. Lalu, seret dan lepas grafik juga.



Gambar 3. 13 Dashboard blynk

- Sekarang dapat melihat data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22 pada dasbor.



Gambar 3. 14 Rancangan Tampilan Blynk

Gambar 3.14 yang ditampilkan merupakan antarmuka aplikasi Blynk yang digunakan untuk memantau secara real-time suhu dan kelembapan dalam sistem budidaya jamur tiram. Pada bagian atas layar, terdapat judul sistem yaitu —Sistem Otomasi Pengendalian Suhu & Kelembaban Budidaya Jamur Tiram, yang menunjukkan fungsi utama dari sistem ini yaitu mengawasi dan menjaga kestabilan lingkungan budidaya jamur secara otomatis menggunakan teknologi IoT.

Di bawah judul, terdapat dua tampilan utama data:

- Suhu: ditampilkan sebesar 29.8°C, yang menunjukkan bahwa suhu lingkungan saat ini hampir mendekati batas atas dari rentang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram.
- Kelembaban: ditampilkan sebesar 88%, yang berada dalam rentang ideal (80–90%) untuk proses pembentukan tubuh buah jamur tiram.

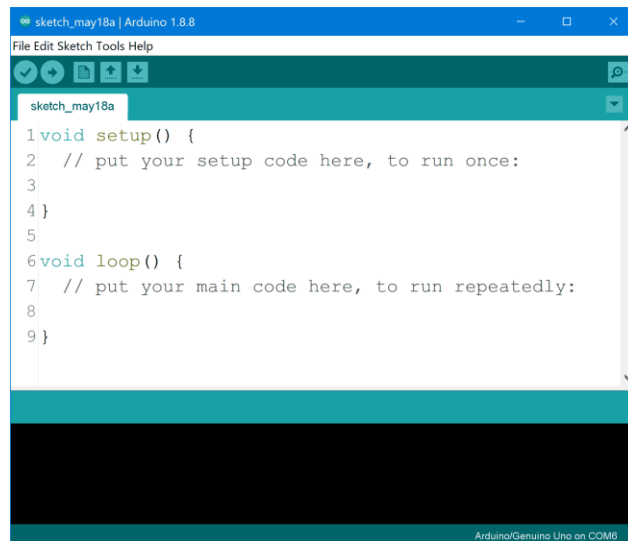
Tampilan juga menyertakan grafik suhu dalam kurun waktu tertentu, dengan opsi waktu monitoring seperti 1 jam, 6 jam, 1 hari, dan seterusnya.

Grafik ini membantu pengguna melihat tren perubahan suhu dari waktu ke waktu, sehingga bisa menjadi bahan analisis terhadap stabilitas kondisi lingkungan kumbung.

Antarmuka ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil melakukan pengambilan data dari sensor DHT22 dan mengirimkannya ke platform Blynk untuk monitoring jarak jauh menggunakan smartphone. Dengan sistem ini, pengguna dapat terus memantau suhu dan kelembapan kapan saja tanpa perlu berada langsung di lokasi budidaya. Ini adalah salah satu penerapan Internet of Things (IoT) yang sangat bermanfaat dalam modernisasi pertanian berbasis jamur.

3.4.2. Perangkat Lunak Arduino IDE

Arduino *IDE* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, menyusun, dan mengunggah program ke dalam *mikrokontroler ESP32*. Dalam penelitian ini, Arduino *IDE* berperan penting sebagai media pemrograman utama untuk mengatur logika kerja sistem pengendalian suhu dan kelembaban pada budidaya jamur tiram. Bahasa pemrograman yang digunakan berbasis *C/C++* dengan struktur sintaks yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga memudahkan dalam pembuatan dan modifikasi program sesuai kebutuhan sistem.



Gambar 3. 15 Tampilan Arduino IDE

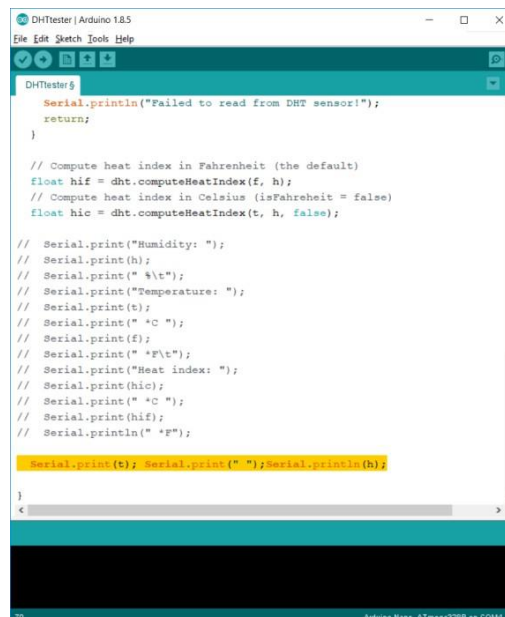
Seluruh komponen seperti sensor DHT22, relay, mesin kabut, dan pemanas diatur melalui kode yang ditulis di dalam *Arduino IDE*. Selain itu, pustaka tambahan seperti *DHT.h* dan *BlynkSimpleEsp32.h* juga digunakan untuk memudahkan integrasi sensor dan konektivitas ke aplikasi *Blynk*. Setelah program selesai ditulis, kode tersebut diunggah ke mikrokontroler 7 melalui kabel *USB*, sehingga perangkat dapat menjalankan perintah secara otomatis berdasarkan data sensor yang diterima. *Arduino IDE* menjadi jembatan antara perancangan perangkat keras dan implementasi perangkat lunak dalam sistem ini.

3.5. Rencana Pengujian

Setelah proses perancangan perangkat keras dan perangkat lunak diselesaikan, langkah selanjutnya adalah menjalankan program dan melakukan pengujian pada setiap bagian sistem. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pengujian dilakukan secara bertahap, dimulai dari sensor, driver relay, hingga integrasi sistem secara keseluruhan untuk menilai keakuratan dan kestabilan kinerja alat.

3.5.1. Pengujian Rangkaian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan untuk memastikan bahwa sensor mampu berfungsi dengan baik dalam membaca suhu dan kelembaban udara di lingkungan budidaya jamur tiram. Sensor dioperasikan dengan catu daya sebesar 3,3 hingga 5 volt, dan pengujian dilakukan dengan membandingkan data yang dihasilkan sensor dengan pengukuran dari termometer ruangan sebagai acuan kalibrasi. Uji coba dilakukan dengan mendekatkan sumber udara dari kipas angin ke sensor untuk melihat respons sensor terhadap perubahan suhu dan kelembaban. Hasil pembacaan sensor ditampilkan melalui serial monitor untuk dianalisis. Dengan adanya pembandingan dari alat ukur manual, perbedaan nilai yang muncul dapat dikaji dan dikalibrasi guna meningkatkan akurasi sensor. Diharapkan, sensor DHT22 dapat memberikan data yang stabil dan akurat, sehingga dapat diandalkan dalam sistem pengendalian suhu dan kelembaban otomatis pada budidaya jamur tiram berbasis *Internet of Things (IoT)*.

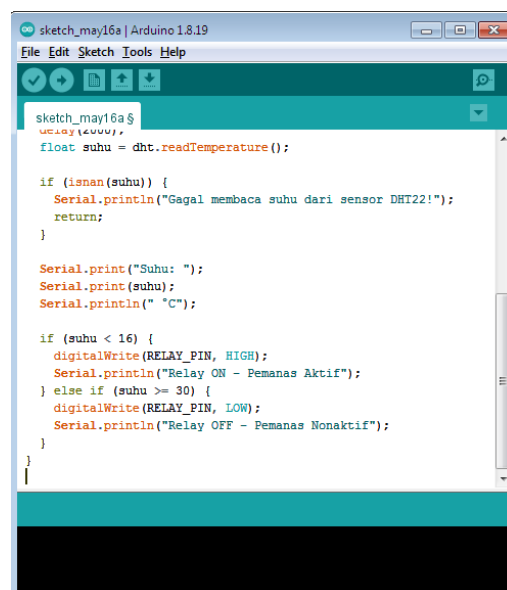


Gambar 3. 16 Potongan Program DHT22

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 merespons dengan baik terhadap perubahan suhu dan kelembaban di lingkungan sekitar. Pembacaan data konsisten dan berada dalam kisaran yang sesuai untuk budidaya jamur tiram, yaitu suhu antara 24°C – 27°C dan kelembaban antara 80% – 90% . Dengan demikian, sensor DHT22 dinyatakan layak untuk digunakan dalam sistem pengendalian lingkungan pada ruang budidaya jamur tiram.

3.5.2. Pengujian Rangkaian Relay Pemanas

Pengujian rangkaian relay pemanas bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mengaktifkan dan menonaktifkan pemanas secara otomatis sesuai dengan nilai suhu yang terdeteksi oleh sensor DHT22. Relay pemanas dihubungkan ke pin digital ESP32, sementara pemanas itu sendiri terhubung melalui jalur output relay yang dikontrol berdasarkan logika dalam program. Program telah disusun agar relay mengaktifkan pemanas saat suhu turun di bawah 24°C , dan akan menonaktifkannya saat suhu mencapai atau melebihi 27°C .

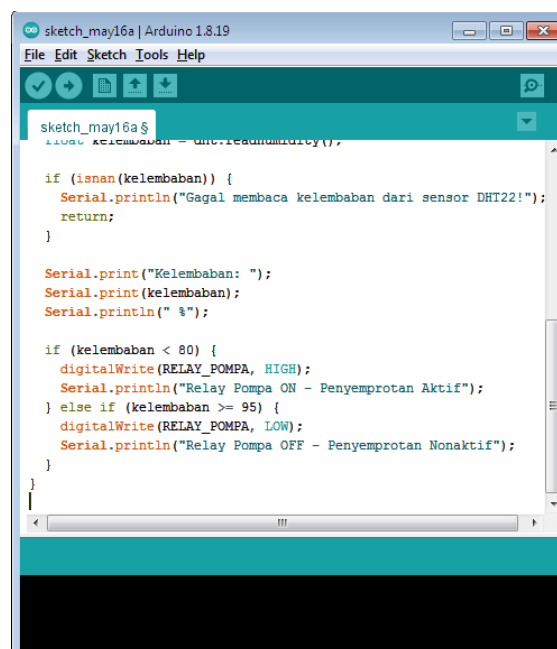


Gambar 3. 17 Potongan Program Relay Pemanas

Dalam proses pengujian, ketika suhu lingkungan berada di bawah ambang batas, relay aktif dan pemanas menyala sebagaimana mestinya. Sebaliknya, saat suhu kembali berada dalam kisaran optimal atau melebihi batas atas, relay secara otomatis memutus arus ke pemanas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan responsif dan sesuai dengan skenario yang dirancang, sehingga rangkaian relay pemanas layak digunakan untuk menjaga suhu stabil dalam ruang budidaya jamur tiram.

3.5.3. Pengujian Rangkaian Relay Mesin Kabut

Pengujian rangkaian relay mesin kabut dilakukan untuk memastikan bahwa relay dapat bekerja secara optimal dalam mengontrol mesin kabut yang berfungsi menyemprotkan embun ke lingkungan budidaya jamur tiram. Relay dihubungkan ke salah satu pin digital ESP32, sedangkan mesin kabut terhubung ke jalur output relay yang dikendalikan berdasarkan pembacaan kelembaban dari sensor DHT22. Program pada mikrokontroler telah diatur agar relay aktif ketika kelembaban turun di bawah batas minimum (80%).



Gambar 3. 18 Potongan Program Relay Mesin Kabut

Hasil pengujian menunjukkan bahwa saat kelembaban lingkungan berada di bawah ambang yang ditentukan, mikrokontroler secara otomatis mengaktifkan relay dan memicu mesin kabut untuk menyemprotkan uap air. Ketika kelembaban mencapai batas atas (90%), relay kembali nonaktif dan mesin kabut berhenti. Respons relay berjalan sesuai dengan logika program, yang menandakan bahwa rangkaian relay mesin kabut telah berfungsi dengan baik untuk menjaga kelembaban ideal bagi pertumbuhan jamur tiram.

3.5.4. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan setelah semua rangkaian, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, telah terintegrasi secara sempurna. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen — seperti sensor DHT22, relay pemanas, relay mesin kabut, serta koneksi dengan aplikasi *Blynk* — dapat bekerja secara sinergis sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan menciptakan kondisi lingkungan berbeda untuk mengamati respon sistem terhadap perubahan suhu dan kelembaban.