

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian perancangan dan pengembangan (*Research and Development*), yaitu penelitian yang bertujuan merancang, membangun, serta menguji suatu produk atau sistem berbasis teknologi untuk memecahkan permasalahan praktis di lapangan. Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan berupa prototipe sistem kontrol pengeringan ikan asin berbasis mikrokontroler ESP32 yang mengintegrasikan tiga jenis sensor sebagai masukan, yaitu sensor DHT22 (suhu dan kelembapan), serta MQ135 (kualitas udara), dengan Telegram Bot dan Spreadsheet sebagai media pemantauan jarak jauh dan panel surya sebagai sumber daya mandiri.

Pendekatan yang digunakan bersifat eksperimen, yaitu dengan merancang dan merakit perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian melakukan pengujian langsung terhadap sistem yang telah dibangun untuk mengetahui unjuk kerjanya dalam kondisi nyata di lokasi penjemuran ikan asin.

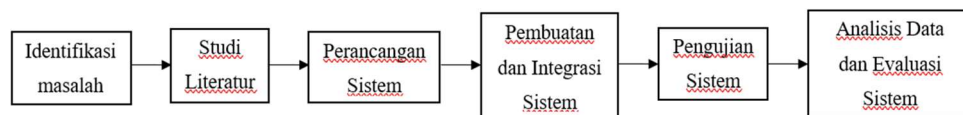
Penelitian dianggap berhasil apabila sistem yang dikembangkan mampu melakukan kontrol sensor DHT22 digunakan untuk memantau suhu dan kelembapan, sedangkan sensor MQ135 digunakan untuk mendeteksi kualitas udara di box pengeringan. Seluruh data sensor diproses dan ditampilkan secara real-time sehingga kondisi pengeringan dapat dipantau

dengan baik. Fokus utama penelitian ini adalah pengukuran dan pemantauan suhu, kelembaban udara, serta kualitas udara menggunakan sensor DHT22 dan MQ135 sebagai parameter yang mendukung efektivitas proses pengeringan ikan asin.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur pengembangan yang diterapkan dalam penelitian ini dilaksanakan secara sistematis, dimulai dari identifikasi permasalahan pada proses pengeringan ikan asin yang masih dilakukan secara konvensional sehingga kondisi lingkungan penjemuran sulit dipantau secara real-time. Selanjutnya dilakukan pengumpulan informasi melalui studi literatur mengenai proses pengeringan ikan asin, teknologi Internet of Things (IoT), mikrokontroler ESP32, DHT22, MQ135, serta sistem catu daya berbasis panel surya. Berdasarkan hasil kajian tersebut, dilakukan perancangan sistem kontrol yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras meliputi ESP32, sensor DHT22, sensor MQ135, panel surya, Solar Charge Controller (SCC), aki, dan DC converter, sedangkan perangkat lunak dirancang menggunakan Arduino IDE dan Telegram Bot sebagai media kontrol. Setelah proses perancangan selesai, sistem dirakit dan diintegrasikan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Tahap selanjutnya adalah pengujian terhadap masing-masing sensor, pengujian komunikasi data melalui Telegram Bot, serta pengujian sistem secara keseluruhan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja dengan baik. Tahap akhir dari penelitian ini adalah analisis hasil pengujian dan

evaluasi kinerja sistem kontrol guna mengetahui kemampuan sistem dalam memantau kondisi pengeringan ikan asin secara real-time.



Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian

3.2.1 Identifikasi Masalah

Tahap pertama dalam prosedur penelitian ini adalah identifikasi masalah, yaitu proses mengenali dan merumuskan permasalahan nyata yang melatarbelakangi penelitian. Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses pengeringan ikan asin yang masih dilakukan secara konvensional dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber panas utama. Berdasarkan observasi tersebut, diketahui bahwa pelaku usaha pengolahan ikan asin masih mengandalkan pengamatan secara manual untuk menentukan kondisi pengeringan, sehingga penilaian terhadap memantau suhu, kelembaban udara, serta kualitas udara dan lama waktu penjemuran hanya didasarkan pada pengalaman tanpa didukung data yang terukur.

Kondisi tersebut menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain tingkat kekeringan ikan asin yang tidak seragam, kualitas produk yang menurun, serta belum tersedianya alat bantu yang mampu memantau kondisi lingkungan penjemuran, seperti suhu, kelembapan, dan kualitas udara secara otomatis dan real-time, menyebabkan pengambilan keputusan

oleh pelaku usaha selama proses pengeringan berlangsung menjadi kurang akurat.

Berdasarkan hasil identifikasi masalah tersebut, dirumuskan kebutuhan akan suatu sistem kontrol berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu memantau sensor DHT22 untuk pemantauan suhu dan kelembapan serta sensor MQ135 untuk pemantauan kualitas udara, dengan hasil pembacaan yang dapat dipantau dari jarak jauh melalui Telegram Bot dan suplai daya mandiri dari panel surya. Hasil identifikasi masalah ini selanjutnya menjadi dasar acuan dalam pelaksanaan tahap studi literatur dan perancangan sistem pada tahapan penelitian berikutnya.

3.2.2 Pembuatan dan Integrasi Sistem

Tahap kedua dalam prosedur penelitian ini adalah pembuatan dan integrasi sistem, yaitu proses merealisasikan rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah disusun pada tahap perancangan sistem menjadi sebuah prototipe yang utuh dan dapat berfungsi. Pada tahap ini, perangkat keras dirakit dengan menghubungkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali dengan sensor DHT22 melalui jalur digital untuk membaca suhu dan kelembapan, serta sensor MQ135 melalui jalur analog untuk membaca kualitas udara di dalam box pengering. Selain itu, dirakit pula sistem catu daya mandiri yang terdiri dari panel surya, Solar Charge Controller (SCC), aki, dan DC converter, sehingga seluruh komponen mendapatkan suplai tegangan yang stabil sebesar 5 volt tanpa bergantung pada listrik PLN.

Pada sisi perangkat lunak, dilakukan penulisan dan pengunggahan program (firmware) ke dalam ESP32 menggunakan Arduino IDE, yang

sebelumnya telah dilengkapi dengan dukungan board ESP32 serta pustaka (library) untuk masing-masing sensor dan komunikasi dengan Telegram Bot API melalui protokol HTTPS. Program yang dibuat berfungsi untuk membaca data dari ketiga sensor secara berkala, mengolah data tersebut, serta mengirimkannya kepada pengguna melalui Telegram Bot menggunakan token autentikasi dan chat ID yang telah didaftarkan sebelumnya, dan spreadsheet sehingga kondisi pengeringan ikan asin dapat dipantau secara real-time dari jarak jauh.

Setelah perangkat keras dan perangkat lunak masing-masing selesai dibuat, dilakukan proses integrasi dengan menggabungkan seluruh komponen ke dalam satu kesatuan sistem sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan, termasuk penempatan sensor pada titik-titik yang representatif di dalam box pengering. Relay turut diintegrasikan sebagai antarmuka pengendali antara ESP32 dengan komponen daya yang memerlukan kondisi on-off berdasarkan data yang terbaca oleh sensor. Hasil integrasi tersebut kemudian diperiksa kembali untuk memastikan seluruh jalur komunikasi, baik antarsensor maupun antara ESP32 dengan Telegram Bot, telah berfungsi dengan baik sebelum dilanjutkan ke tahap pengujian sistem.

3.2.3 Pengujian Sistem

Tahap ketiga dalam prosedur penelitian ini adalah pengujian sistem, yang bertujuan untuk mengetahui kinerja serta tingkat keakuratan dari prototipe sistem kontrol yang telah dibuat sebelum digunakan pada kondisi penjemuran yang sebenarnya. Pengujian dilakukan secara bertahap, dimulai

dari pengujian masing-masing sensor secara terpisah, yaitu sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, serta sensor MQ135 untuk mengukur kualitas udara di dalam box pengering. Hasil pembacaan setiap sensor dibandingkan dengan alat ukur pembanding yang telah terstandar guna mengetahui tingkat akurasi dan konsistensi data yang dihasilkan.

Selain pengujian sensor, dilakukan pula pengujian komunikasi data melalui Telegram Bot untuk memastikan data hasil pembacaan sensor dapat terkirim dengan baik dan diterima secara real-time oleh pengguna melalui smartphone. Pengujian ini mencakup kecepatan pengiriman notifikasi, kestabilan koneksi internet pada ESP32, serta kesesuaian data yang ditampilkan pada Telegram dengan data yang terbaca oleh sensor. Pengujian terhadap sistem catu daya mandiri juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan panel surya, SCC, dan aki dalam menyuplai kebutuhan daya sistem secara kontinu selama proses penjemuran berlangsung.

Tahap akhir pengujian dilakukan dengan menguji sistem secara keseluruhan pada kondisi penjemuran ikan asin yang sebenarnya di lapangan, dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja sistem dalam memantau suhu, kelembapan, dan kualitas udara secara bersamaan dalam jangka waktu tertentu. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan ini menjadi dasar bagi tahap analisis data dan evaluasi sistem pada tahapan penelitian berikutnya.

3.2.4 Analisis Data dan Evaluasi Sistem

Tahap keempat dalam prosedur penelitian ini adalah analisis data dan evaluasi sistem, yaitu proses mengolah dan mengkaji seluruh data yang diperoleh dari hasil pengujian untuk mengetahui sejauh mana kinerja sistem kontrol yang telah dibangun. Data hasil pembacaan sensor DHT22, dan MQ135 yang telah dikumpulkan selama pengujian dianalisis secara deskriptif untuk melihat pola perubahan suhu, kelembapan, dan kualitas udara selama proses pengeringan ikan asin berlangsung.

Analisis juga dilakukan dengan membandingkan data yang terbaca oleh sistem kontrol dengan data hasil pengukuran menggunakan alat ukur pembanding, sehingga dapat diketahui tingkat akurasi dan persentase kesalahan (error) pembacaan masing-masing sensor. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap kestabilan pengiriman data melalui Telegram Bot serta ketahanan sistem catu daya mandiri dalam mendukung operasional alat secara terus-menerus tanpa bergantung pada listrik PLN.

Hasil analisis dan evaluasi tersebut digunakan untuk menilai apakah sistem kontrol yang dirancang telah mampu menjawab rumusan masalah penelitian, yaitu memantau suhu, kelembapan udara, dan kualitas udara selama proses pengeringan ikan asin secara real-time. Apabila ditemukan kekurangan pada sistem, hasil evaluasi ini juga menjadi acuan untuk melakukan perbaikan sebelum diambil kesimpulan akhir penelitian.

3.2.5 Kesimpulan

Tahap terakhir dalam prosedur penelitian ini adalah penarikan kesimpulan, yaitu proses merangkum seluruh hasil perancangan,

pembuatan, pengujian, serta analisis dan evaluasi sistem yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Kesimpulan disusun berdasarkan data dan fakta yang diperoleh selama penelitian berlangsung, bukan berdasarkan asumsi maupun perkiraan semata, sehingga dapat menggambarkan secara objektif kemampuan sistem kontrol suhu, kelembaban, serta kualitas udara pada pengering ikan asin menggunakan sensor DHT22 dan MQ135 yang telah dikembangkan.

Selain menjawab rumusan masalah, kesimpulan penelitian ini juga memuat saran perbaikan dan pengembangan sistem untuk penelitian selanjutnya, seperti penambahan jenis sensor, perluasan cakupan pengujian, maupun penyempurnaan pada sisi perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga sistem kontrol yang dikembangkan dapat diterapkan secara lebih luas pada proses pengolahan ikan asin di lapangan.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa metode untuk memperoleh data yang relevan dan mendukung proses perancangan maupun pengujian sistem. Diantara lain sebagai berikut :

3.3.1 Observasi

Metode pertama adalah observasi, yaitu pengamatan secara langsung terhadap proses pengeringan ikan asin secara konvensional di lokasi penjemuran guna mengidentifikasi permasalahan yang ada serta mengetahui kondisi lingkungan yang perlu dipantau oleh sistem.

3.3.2 Studi Literatur

Metode kedua adalah studi literatur, yaitu pengumpulan data dan informasi melalui buku, jurnal, artikel ilmiah, serta sumber referensi lain yang berkaitan dengan teknologi IoT, mikrokontroler ESP32, DHT22, MQ135, serta sistem catu daya berbasis panel surya. Studi literatur ini digunakan sebagai dasar teori dalam perancangan sistem kontrol yang dikembangkan.

3.3.3 Eksperimen

Metode ketiga adalah eksperimen, yaitu pengumpulan data melalui pengujian langsung terhadap sistem yang telah dibuat. Data yang diperoleh berupa hasil pembacaan sensor DHT22, dan MQ135 selama proses pengeringan ikan asin berlangsung, yang kemudian dicatat dan dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas instrumen perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang mendukung proses perancangan, pembuatan, serta pengujian sistem kontrol. Instrumen perangkat keras meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor MQ135 untuk mengukur kualitas udara, serta perangkat catu daya mandiri yang terdiri dari panel surya, Solar Charge Controller (SCC), aki, dan DC converter.

Instrumen perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE sebagai lingkungan pengembangan untuk menulis dan mengunggah program ke ESP32, serta aplikasi Telegram yang dilengkapi dengan layanan Bot API sebagai media penyampaian notifikasi dan data hasil pembacaan sensor kepada pengguna secara real-time.

Tabel 3. 1 Instrumen Software

No.	Instrumen Software	Unit
1	Arduino IDE	1 Lot
2	Fritzing	1 Lot
3	Telegram	1 Lot
4	Spreadsheet	1 Lot

Tabel 3. 2 Instrumen Hardware Bahan

No.	Unit	Spesifikasi	Jumlah
1	Esp32	3,0–3,6 V,dual-core Xtensa ,240 MHz, ,memori flash 4 MB SPI Flash dan SRAM sebesar 520 ,Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n pada frekuensi 2,4 GHz , Bluetooth v4.2 BR/EDR dan Bluetooth Low Energy (BLE), 32 pin GPIO (General Purpose Input/Output) ,–40 °C hingga +85 °C,	1 unit
2	Sensor MQ135	4 pin (VCC, GND, AO, DO), 5 VDC, Heater ± 150 mA, Mendeteksi NH_3 , CO_2 , alkohol, asap, benzena, NO_x , dan gas lainnya	1 unit
3	Sensor dht22	4 pin (VCC, DATA, NC, GND), 3,3–6 VDC, 1–2,5 mA saat pengukuran, Suhu –40 hingga 80°C, kelembapan 0–100% RH, akurasi ± 2 –5% RH, sampling 0,5 Hz	1 unit

4	Panel Surya	Vmp 17–18 V, Voc 21–22 V, Imp $\pm$ 1,1 A, Isc $\pm$ 1,2 A, 20 Wp	1 unit
5	Solar Charge Controller	12/24 VDC, 10 A	1 unit
6	accu	12 VDC, 35 AH	1 unit
7	LM2595	Input: 4–40 VDC, Output: 1,25–35 VDC (dapat disetel), $\pm$ 3 A, Efisiensi 70–90%, frekuensi switching 150 kHz	1 unit
8	Relay	5 VDC, Coil: $\pm$ 70–90 mA, Beban kontak: hingga 10 A (AC 250 V / DC 30 V)	2 unit
9	LCD I2C	LCD 16 $\times$ 2 dengan modul I2C, tegangan kerja 5 V	1 unit
10	Kipas DC	12v	2 unit
11	Skun O	Skun O ukuran M6, untuk kabel 1,5–2,5 mm ²	2 pcs
12	Kabel NYAF	Kabel NYAF 1 $\times$ 1,5 mm ² , tegangan 450/750 V	2 m
13	Kabel Jumper	Female to male	4 lot
14	Polymethyl Methacrylate	2mm	½ pcs
15	Aluminium Composite Panel	244cm x 244cm	1 pcs
16	Besi Siku Lubang	300cm	7 Pcs
18	Baut dan Mur	12mm	76
19	L siku	400 cm	4 Pcs
20	Engsel akrilik	65mm	4

Tabel 3. 3 Instrumen Hardware Alat

No.	Peralatan	Unit
1	Bor	1
2	Gerinda	1
3	Tang Potong	1
4	Kunci Pass 12 atau Ratchet	2
5	Meteran	1
6	Obeng	2
7	Multi meter Digital	1
8	Cutter atau Silet	1

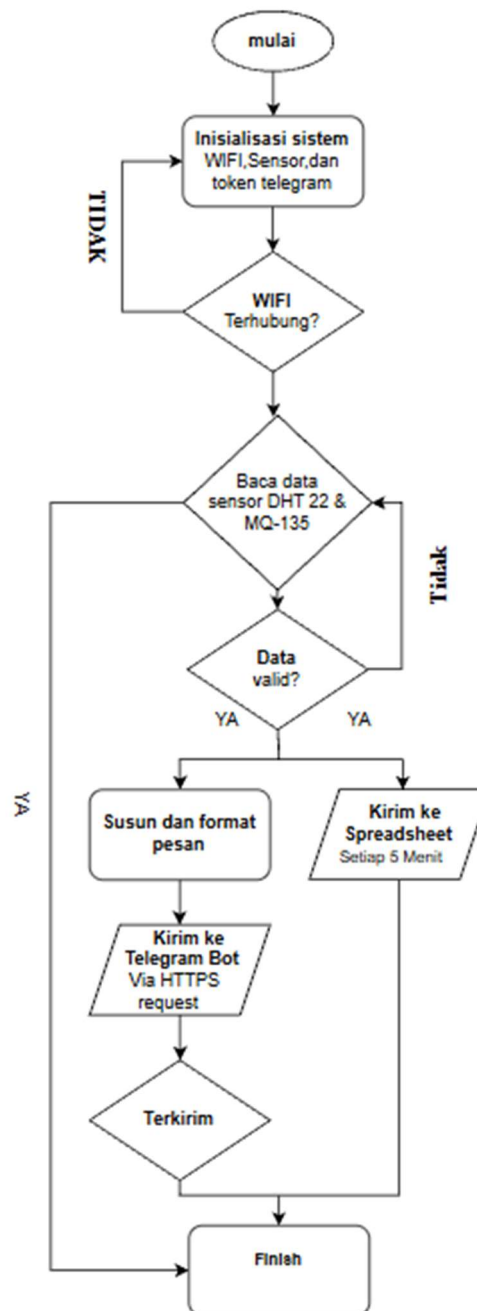
3.5 Tahap Perancangan Alat

Tahap perancangan alat merupakan tahapan yang dilakukan untuk merancang sistem kontrol suhu, kelembapan udara, dan kualitas udara pada pengering ikan asin secara menyeluruh, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak, sebelum memasuki tahap pembuatan dan integrasi sistem. Perancangan ini bertujuan untuk menentukan susunan komponen, alur kerja sistem, serta rancangan program yang akan diterapkan pada mikrokontroler ESP32.

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menyusun diagram blok sistem yang menggambarkan hubungan antara mikrokontroler ESP32 dengan sensor DHT22, dan MQ135 sebagai masukan (input), serta hubungan dengan sistem catu daya mandiri yang terdiri dari panel surya, Solar Charge Controller (SCC), aki, dan DC converter sebagai sumber daya sistem. Selain itu, dirancang pula tata letak penempatan sensor pada box pengering agar dapat membaca kondisi lingkungan penjemuran secara representatif.

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan menyusun diagram alir (flowchart) program yang menggambarkan logika kerja sistem, mulai dari proses pembacaan data sensor, pengolahan data pada ESP32, hingga pengiriman data dan notifikasi ke pengguna melalui Telegram Bot. Rancangan program ini selanjutnya menjadi acuan dalam penulisan kode program pada tahap pembuatan dan integrasi sistem.

3.5.1 Flowchart Alat Pengering Ikan Asin

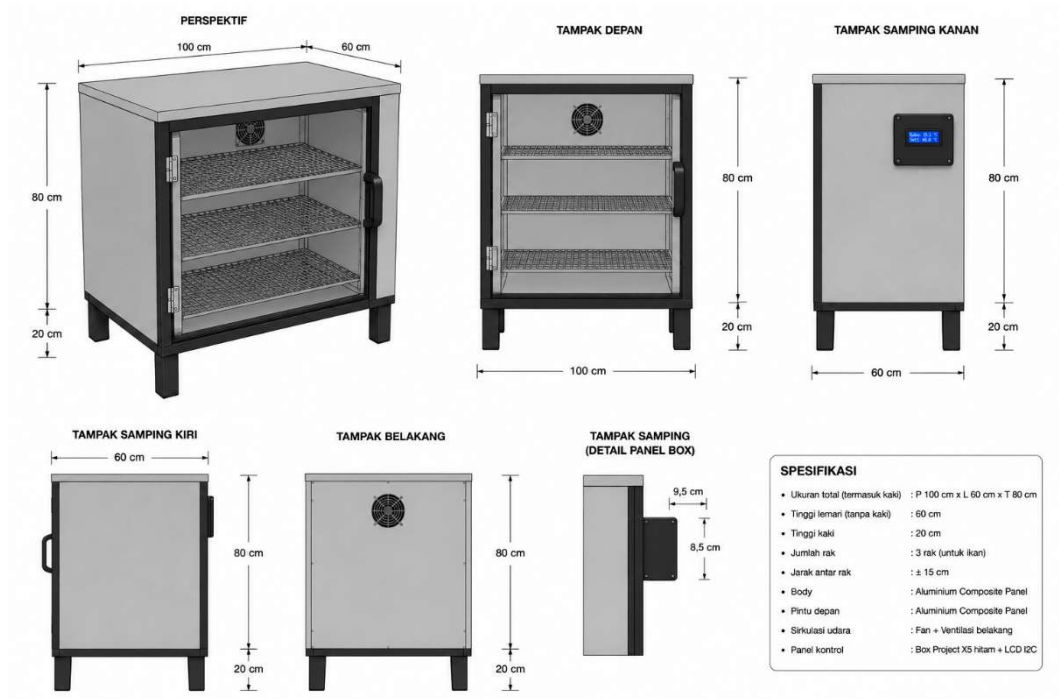


Gambar 3. 2 Flowchart Alat Pengering Ikan Asin

Flowchart ini menjelaskan alur kerja sistem kontrol pengering ikan asin berbasis IoT. Proses dimulai dengan inisialisasi ESP32, sensor, koneksi WiFi, dan Telegram Bot. Setelah WiFi terhubung, sistem membaca data

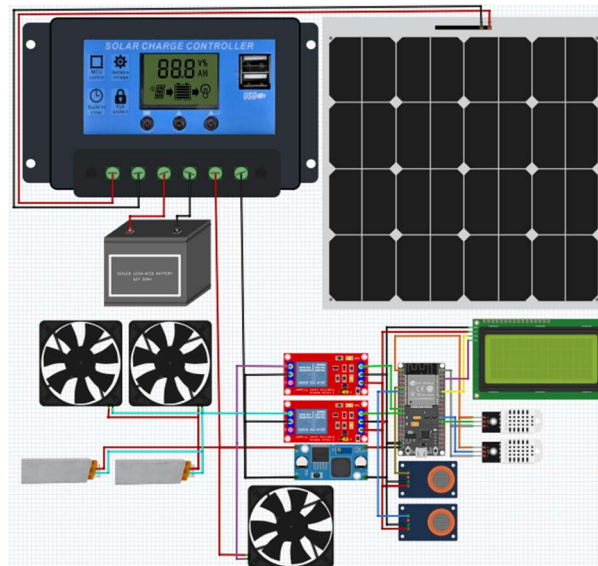
sensor DHT22 dan MQ135, kemudian memvalidasi hasil pembacaan. Jika data tidak valid, sistem akan mengulangi pembacaan sensor. Jika data valid, sistem mengirimkan informasi ke Telegram Bot dan menyimpan data ke Google Spreadsheet setiap 5 menit. Setelah itu, sistem menunggu selama 5 menit sebelum mengulangi proses kontrol.

3.5.2 Perancangan Mekanik



Gambar 3. 3 Perancangan Mekanik

3.5.3 Perancangan Elektrik



Gambar 3. 4 Perancangan Mekanik

Gambar 3.4 menunjukkan rancangan wiring sistem mesin pengering ikan asin otomatis berbasis IoT dengan sumber daya panel surya. Sumber energi utama berasal dari panel surya yang dihubungkan ke Solar Charge Controller (SCC) untuk mengatur proses pengisian baterai 12 V sekaligus melindungi baterai dari kondisi pengisian maupun pengosongan berlebih. Energi yang tersimpan pada baterai kemudian disalurkan ke modul buck converter untuk menurunkan tegangan dari 12Vdc menjadi 5Vdc sebagai catu daya bagi ESP32 dan seluruh modul elektronik.

ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data dari sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering serta sensor MQ-135 untuk mengukur kualitas udara. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan secara langsung pada LCD I2C 16×4 sebagai media kontrol lokal.

Pengendalian aktuator dilakukan melalui 1 buah modul relay 2 channel yang dikendalikan oleh ESP32. Relay pertama digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan dua kipas DC sebagai sirkulasi udara di dalam ruang pengering, sedangkan relay kedua digunakan untuk mengendalikan elemen pemanas (heater) sebagai sumber panas selama proses pengeringan. Seluruh komponen dihubungkan menggunakan sistem common ground (GND) agar komunikasi dan distribusi daya berjalan dengan baik. Dengan konfigurasi tersebut, sistem mampu melakukan proses kontrol kondisi ruang pengering sekaligus mengendalikan kipas dan heater secara otomatis menggunakan energi yang berasal dari panel surya.