Rancang Bangun Sistem Pengeringan Telur Ikan Terbang Berbasis IoT Dengan Mekanisme Atap Buka-Tutup Otomatis

Asmawi[1*], Farid Wajidi[1], Muh Rafli Rasyid[1]

[1]*Informatika, Universitas Sulawesi Barat*

asmawijhi01@gmail.com[*], faridwajidi@unsulbar.ac.id, muhraflirasyid@unsulbar.ac.id

Received: 2026-06-10 | Accepted: 2026-08-12 | Published: 2026-09-20

Abstrak

Telur ikan terbang merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi yang memerlukan proses pengolahan pascapanen yang tepat, terutama pada tahap pengeringan. Pada, metode pengeringan tradisional memiliki kelemahan seperti ketergantungan pada cuaca dan sulitnya kontrol suhu. Tujuan penelitian ini yaitu merancang sistem pengeringan telur ikan terbang berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor DHT22, LDR, dan sensor hujan untuk melanjutkan proses pengeringan ketika terjadi yang bisa menghambat pengeringan separti hujan. Komponen mekanis meliputi heater, kipas, dan motor servo untuk atap otomatis. Sistem ini dilengkapi dengan fitur monitoring jarak jauh melalui aplikasi Telegram, di mana pengguna menerima notifikasi mengenai status perangkat (kipas, heater, atap) dan data parameter suhu. Saat hujan terdeteksi, servo menutup atap, serta heater ON dan kipas aktif otomatis jika suhu > 37 derajat celcius kipas aktif untuk meminimalisir panas berlebih pada ruang pengeringan. Ketika hujan reda, sensor LDR akan menentukan pembukaan atap berdasarkan intensitas cahaya. Sistem ini diharapkan dapat menjaga dan melanjutkan pengeringan agar tetap berlangsung dan memudahkan pengawasan bagi pelaku usaha perikanan

Kata kunci: Internet of Things, NodeMCU ESP8266, Pengeringan Otomatis, Telegram Bot, Telur Ikan Terbang.

Abstract

Flying fish eggs are a fishery commodity with high economic value that requires proper post-harvest processing, especially during the drying stage. However, traditional drying methods have drawbacks such as dependence on weather and difficulty in temperature control. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based flying fish egg drying system using a NodeMCU ESP8266 microcontroller integrated with a DHT22 sensor, an LDR, and a rain sensor. Mechanical components include a heater, a fan, and a servo motor for an automatic roof. The system is equipped with a remote monitoring feature via the Telegram application, where users receive real-time notifications regarding device status (fan, heater, roof) and temperature parameter data. The design results show that the fan is automatically activated if the temperature is >37 degrees Celsius. When rain is detected, the servo closes the roof, and the heater and fan are activated to continue drying. When the rain stops, the LDR sensor determines whether the roof is opened based on light intensity. This system is expected to improve drying efficiency and facilitate monitoring for fishery businesses.

Keywords: *Internet of Things, NodeMCU ESP8266, Auotmated Drying, Telegram Bot, Flying Fish Roe.*

1. Pendahuluan

Telur ikan terbang merupakan salah satu komoditas memiliki nilai ekonomi yang tinggi terutama bagi masyarakat nelayan. Distribusi telur ikan terbang di Indonesia tersebar di beberapa wilayah, seperti Selat Makassar, Laut Banda, Laut Sulawesi, Laut Maluku, dan Teluk Tomini. Telur ikan terbang bukan hanya sumber protein hewani yang penting bagi masyarakat, tetapi juga diekspor ke berbagai negara luar. Ikan terbang dianggap sebagai aset berharga yang harus dikelola secara berkelanjutan untuk mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir dan menjaga kelestarian sumber daya laut. Mengingat potensi ekonomi telur ikan terbang sebagai komoditas ekspor, sistem bagi hasil menjadi hal penting untuk menjamin pembagian pendapatan antara nelayan dan pemilik modal [1]. Musim telur ikan terbang masuk pada bulan April, mei sampai agustus, September. Awal bulan Maret para nelayan mulai sibuk mempersiapkan segala kebutuhan meliputi persiapan peralatan untuk dipakai berlayar mencari telur ikan terbang seperti melakukan perbaikan pada perahu yang dilakukan selama beberapa hari,minggu bahkan sampai berbulan-

bulan disertai dengan membuat alat tangkap telur ikan terbang yang terbuat dari daun kelapa yang biasa masyarakat setempat menyebutnya dengan sebutan "ma'jama-jama" [2]. Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air bahan hingga mencapai kadar air tertentu sehingga menghambat laju kerusakan bahan akibat aktivitas biologis dan kimia [3]. Kegiatan pengeringan yang dilakukan para nelayan sangat bergantung pada kondisi cuaca, jika musim timur dominan hujan akan membuat proses pengeringan menjadi sangat lama [4]. Pada proses pengeringan telur ikan terbang masih dilakukan secara manual dengan memanfaatkan sinar matahari. dengan kelemahan, antara lain ketergantungan terhadap kondisi cuaca. Kondisi ini dapat menyebabkan hasil pengeringan tidak sesuai, penurunan kualitas produk. Oleh karena itu, pengembangan sistem pengeringan telur ikan terbang otomatis berbasis IoT bisa menjadi solusi guna menjaga keberlangsungan pengeringan, dan mengurangi ketergantungan terhadap pengawasan,dan pengeringan manual [5].

Internet of things (IoT) merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dan konektivitas internet dengan menghubungkan berbagai perangkat,mesin dan benda fisik melalui jaringan,sensor dan aktuaktor guna memperoleh serta mengelola data secara otomatis [6]. Ada beberapa sensor pada penelitian ini seperti sensor suhu, kelembaban dimana sensor suhu adalah sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus yaitu suhu (temperatur) dan kelembaban (humidity). DHT22 memiliki keluaran tegangan digital sehingga dapat diolah menggunakan mikrokontroler [7]. pada penelitian ini sensor DHT22 berfungsi untuk mendeteksi suhu didalam ruangan dimana ketika suhu didalam ruangan mencapai >37 maka kipas akan menyala (ON). sensor cahaya adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitarnya. Sensor ini memiliki resistansi yang berubah sesuai dengan jumlah cahaya yang diterima, memungkinkan sistem untuk menyesuaikan pencahayaan secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan [8]. pada penelitian ini sensor cahaya berfungsi untuk mendeteksi 2 kondisi yaitu gelap/mendung dan cerah. Sensor hujan merupakan sebuah sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi apakah sedang terjadi hujan atau tidak, dan bisa digunakan dalam berbagai jenis aplikasi di kehidupan sehari-hari. Sensor hujan ini bekerja apabila terjadi hujan dan air hujan mengenai panel sensor, lalu akan terjadi elektrolisis dari air hujan. Sensor hujan dibuat dengan memiliki papan sirkuit yang jalurnya berliku-liku sehingga air yang jatuh di atas permukaan panel dan melalui jalur itu akan menyatu dan akan menghantarkan arus Listrik [9]. Pada penelitian ini sensor hujan berfungsi untuk mendeteksi adanya air hujan. dan juga ESP8266 NodeMCU adalah sebuah chip yang mengintegrasikan prosesor, memori, dan akses ke GPIO. ESP8266 berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP [10]. Pada penelitian Mikrokontroller ESP8266 berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang mengolah data dari sensor. Fokus penelitian ini tidak sampai pada tahap penentuan tingkat kekeringan telur ikan terbang melainkan hanya berfokus pada keberlangsungan pengeringan, dimana ketika terjadi kondisi yang tidak diinginkan seperti mendung dan hujan yang bisa menghambat pengeringan.

Penerapan teknologi Internet of Things dalam otomatisasi pengeringan hasil perikanan telah berkembang pesat untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk. Hasan Basri dkk. mengembangkan purwarupa alat pengering ikan asin berbasis IoT yang menggunakan sensor NTC untuk mendeteksi suhu ruangan dan heater sebagai pemanas utama [11]. Okta Caesar Ferdyansyah merancang model pengering ikan asin berbasis IoT terintegrasi aplikasi Android menggunakan NodeMCU sebagai pusat kendali. Penelitian ini memanfaatkan sensor DHT22 untuk memantau suhu serta kelembaban, dan sensor load cell untuk memantau berat ikan secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan alat ini mampu mengeringkan ikan secara efisien dalam waktu 10 jam dengan kontrol suhu melalui relay [12]. Sarjana dkk. mengimplementasikan teknologi IoT pada industri UMKM pengolahan ikan asin di Palembang menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor suhu DS18B20. Pengontrolan sistem dilakukan melalui aplikasi Blynk, yang memungkinkan pelaku usaha mengatur durasi pengeringan berdasarkan suhu tertentu guna meningkatkan hasil produksi secara signifikan dibandingkan metode manual [13]. Prengki Rahmadan Herwanto dkk. merancang alat sistem penjemur otomatis menggunakan NodeMCU, sensor hujan, sensor cahaya, dan motor servo. Sistem ini secara otomatis membuka atap penjemuran saat kondisi cerah dan menutupnya saat mendeteksi hujan atau intensitas cahaya rendah, dengan pemantauan jarak jauh melalui platform Blynk untuk memastikan keamanan produk nelayan dari air hujan [14]. Sri Rezeki dkk. merancang prototipe alat pengering ikan asin berbasis IoT yang menggunakan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban di dalam ruang pengering secara presisi. Sistem ini terhubung dengan mikrokontroler yang mengatur relay untuk mengaktifkan pemanas (heater) dan kipas DC guna menjaga stabilitas lingkungan pengeringan. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan buzzer sebagai sistem peringatan jika suhu ruangan melebihi 60°C, serta menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau dan menyesuaikan parameter pengeringan dari jarak jauh melalui smartphone guna meningkatkan efisiensi produksi [15].

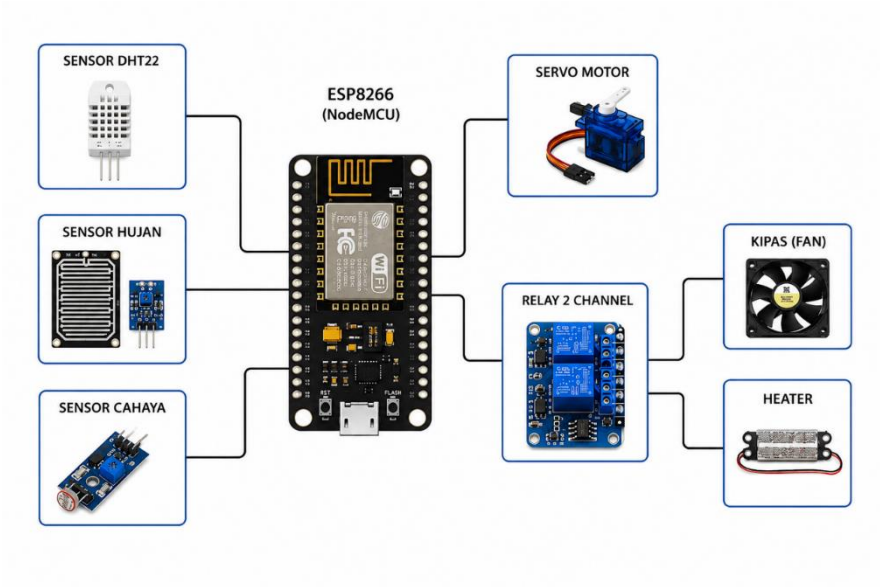
Dengan penggabungan beberapa komponen di atas sistem pengeringan dapat bekerja secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengering telur ikan terbang berbasis Internet of Things guna untuk melanjutkan pengeringan ketika terjadi kondisi yang bisa menghambat pengeringan dan juga sebagai solusi teknologi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu melindungi serta melanjutkan proses pengeringan agar tetap berlangsung dan mendukung produktivitas pelaku usaha perikanan, serta mendorong penerapan teknologi digital di sektor perikanan.

2. Metode Penelitian *(Methodology / Research Method)*

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian rekayasa, yaitu merancang dan membangun sistem pengeringan telur ikan terbang berbasis IoT dengan mekanisme buka-tutup otomatis berdasarkan kondisi lingkungan. Pengujian ini masih dalam uji coba prototipe sehingga lokasi pengujian masih dilakukan di rumah, dan masih belum melakukan pengujian secara langsung dilapangan. Dan untuk ukuran prototipe tinggi (22cm),lebar (18cm),dan panang (25cm). dan untuk objek ujinya yaitu telur ikan terbang dimana pada pengujian dalam bentuk prototipe ini pengujian tidak dilakukan dalam 1x melainkan berkali-kali dan pengujian ini membutuhkan waktu pengujian sampai berjam-jam. Dan untuk kriteria keberhasilan dalam pengujian yaitu ketika apa menjadi tujuan penelitian berjalan sesuai harapan seperti ketika hujan maka atap akan otomatis tertutup dan otomatis heater akan nyala sebagai pemanas lanjutan dan otomatis mati setelah hujan berhenti, kemudian kipas akan nyala ketika suhu >37°C dan akan mati ketika suhu<37°C, kemudian ketika hujan berhenti sensor cahaya akan menjadi penentu untuk pembukaan atap apakah cahaya cukup untuk syarat pembukaan atap memenuhi atau tidak. kemudian Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP8266 sebagai pengendali utama yang terhubung dengan jaringan internet yang akan mengirimkan notifikasi (pesan) melalui Aplikasi Telegram.

Instrumen penelitian terdiri dari perangkat keras berupa NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, LDR, sensor hujan, heater, kipas, dan motor servo. Instrumen perangkat lunak meliputi Arduino IDE untuk pemrograman sistem dan Telegram Messenger sebagai antarmuka (interface) monitoring. Penggunaan Telegram Bot API memungkinkan sistem mengirimkan notifikasi otomatis terkait status operasional komponen dan kondisi suhu secara real-time ke perangkat pintar pengguna.

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: (1) Perancangan Sistem, merancang skema elektronik, desain ruang pengeringan, serta konfigurasi Bot Telegram untuk jalur komunikasi data. (2) Implementasi dan Pengumpulan Data merakit komponen dan menguji pengiriman data dari mikrokontroler ke aplikasi Telegram saat terjadi perubahan kondisi (misal: notifikasi "Atap Tertutup" saat hujan). (3) Analisis Data mengevaluasi ketepatan waktu pengiriman notifikasi (delay) dan akurasi respon aktuaktor berdasarkan instruksi sensor.

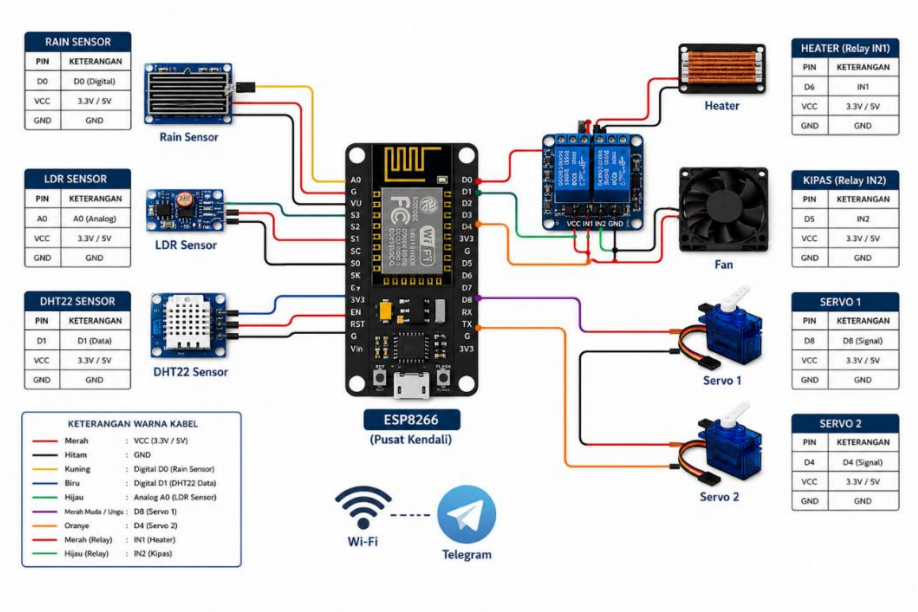


Gambar 1. Diagram Blok sistem

Pada gambar 1. diagram blok di atas merupakan skema sistem kontrol berbasis ESP8266 (NodeMCU) sebagai pusat kendali utama. Sistem ini menggunakan beberapa sensor, yaitu sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban, sensor hujan untuk mendeteksi adanya hujan, dan sensor cahaya untuk

membaca intensitas cahaya di lingkungan sekitar. Semua sensor terhubung langsung ke ESP8266 sehingga data dapat diproses secara otomatis.

Pada bagian output, ESP8266 terhubung dengan relay 2 channel yang berfungsi untuk mengontrol kipas dan heater. heater digunakan sebagai pemanas untuk menjaga proses pengeringan tetap berjalan saat kondisi hujan atau suhu rendah. Sedanghkan Kipas digunakan untuk membantu sirkulasi udara dan menurunkan suhu ketika suhu melebihi batas yang ditentukan, terdapat servo motor yang digunakan sebagai penggerak otomatis, misalnya untuk membuka atau menutup atap pengering.



Gambar 2. Skema Rangkaian

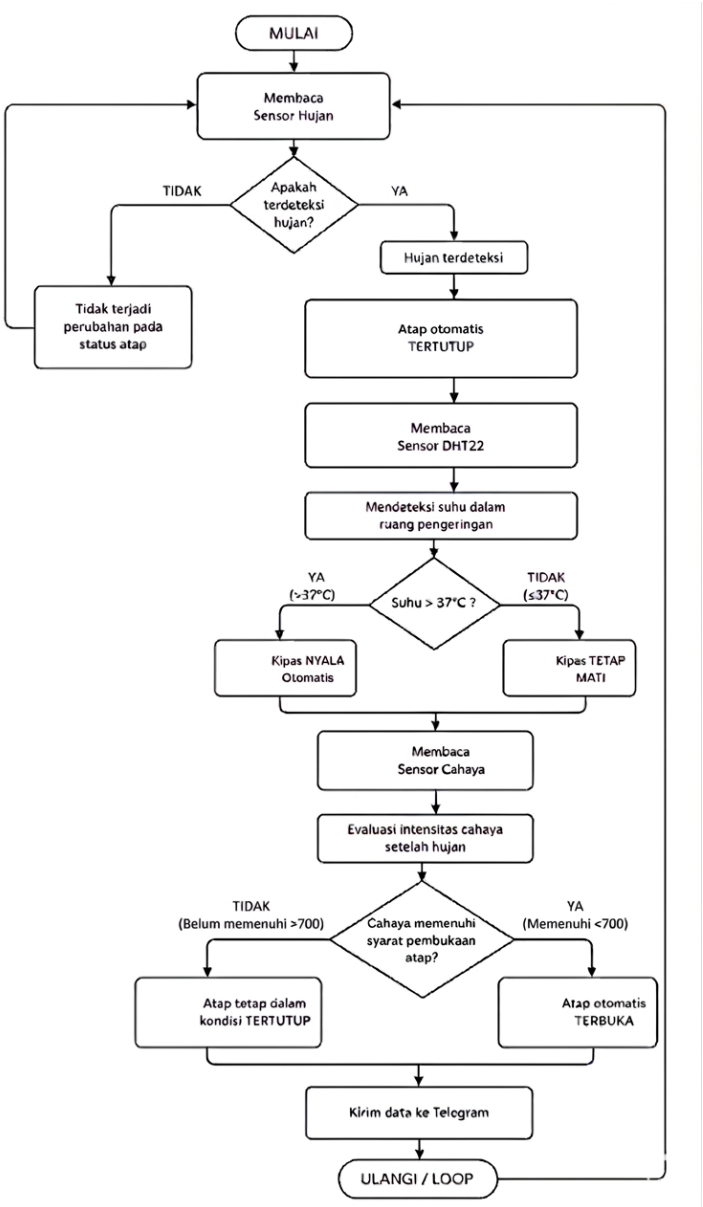
Pada gambar 2. skema rangkaian tersebut, koneksi antar komponen dalam sistem pengeringan telur ikan terbang berbasis IoT ini disusun untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator di bawah kendali NodeMCU ESP8266. Pada bagian input, terdapat tiga sensor utama yang terhubung langsung ke pin digital dan analog mikrokontroler, yaitu Rain Sensor untuk pendeteksian air, LDR Sensor untuk memantau intensitas cahaya, dan DHT22 Sensor untuk pembacaan parameter suhu serta kelembaban udara secara presisi. Jalur kabel data dari ketiga sensor ini berfungsi mengirimkan sinyal informasi lingkungan yang akan diproses oleh unit pusat kendali guna menentukan aksi yang harus diambil oleh sistem.

Pada sistem kontrol otomatis berbasis ESP8266 ini terdapat penggunaan dua sumber tegangan yang berbeda, yaitu kipas DC 12 Volt dan heater Heater 220 Volt yang dikendalikan menggunakan relay 2 channel. Penggunaan tegangan AC 220 Volt pada heater memiliki risiko keselamatan listrik yang lebih tinggi dibandingkan komponen DC, sehingga perlu diperhatikan aspek keamanan instalasi dan pengoperasiannya.

Salah satu risiko utama adalah terjadinya sengatan listrik akibat kontak langsung dengan kabel atau terminal heater 220 Volt yang terbuka. Tegangan heater 220 Volt sangat berbahaya dan dapat menyebabkan cedera serius bahkan kematian apabila tersentuh secara langsung. Selain itu, sambungan kabel yang tidak kuat atau kualitas kabel yang kurang baik dapat menyebabkan korsleting listrik dan memicu kebakaran.

Relay 2 channel yang digunakan sebagai penghubung antara ESP8266 dan heater juga harus memiliki spesifikasi arus dan tegangan yang sesuai. Jika relay digunakan melebihi kapasitasnya, relay dapat mengalami panas berlebih, kerusakan komponen, atau kegagalan sistem. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan relay dengan isolasi yang baik serta pemasangan sekering (fuse) untuk perlindungan tambahan.

Kipas 12 Volt memiliki risiko yang lebih rendah karena menggunakan tegangan DC rendah, namun tetap dapat menimbulkan masalah seperti panas berlebih atau kerusakan adaptor apabila terjadi hubungan pendek pada rangkaian. Selain koneksi fisik kabel, skema ini juga menunjukkan adanya integrasi nirkabel melalui modul Wi-Fi internal pada ESP8266 yang memungkinkan perangkat terhubung ke internet. Koneksi internet ini digunakan untuk mengirimkan seluruh data operasional dan status komponen secara real-time ke aplikasi Telegram, sehingga pengguna dapat memantau kinerja alat secara jarak jauh tanpa harus berada di lokasi pengeringan.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Pada gambar 3. Diagram alir tersebut menggambarkan alur logika kerja sistem pengeringan telur ikan terbang berbasis Internet of Things (IoT) Sistem ini bekerja secara otomatis untuk mengatur kondisi ruang pengeringan secara dinamis berdasarkan tiga parameter utama, yaitu hujan, suhu, dan intensitas cahaya matahari. Proses dimulai ketika sistem membaca sensor hujan untuk mendeteksi cuaca. Jika tidak ada hujan yang terdeteksi, status atap tidak akan mengalami perubahan dan sistem akan terus melakukan pengecekan ulang. Namun, apabila hujan mulai turun dan terdeteksi oleh sistem, maka atap akan langsung diperintahkan untuk menutup secara otomatis guna melindungi telur ikan terbang dari air hujan agar tidak basah dan heater juga akan otomatis menyala ketika terdeteksi hujan. Setelah atap dalam kondisi tertutup, masuk pada pembacaan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu di dalam ruang pengeringan. Penutupan atap berpotensi membuat ruangan menjadi terlalu panas, sehingga sistem perlu mengevaluasi ambang batas suhu. Jika suhu di dalam ruangan terdeteksi melebihi (dalam hal ini batas spesifiknya adalah >37°C), maka kipas akan menyala secara otomatis untuk mendinginkan ruangan dan menjaga sirkulasi udara. Sebaliknya, jika suhu masih berada di bawah atau sama dengan <37°C, kipas akan tetap dalam kondisi mati karena suhu ruangan dianggap masih aman.

Selanjutnya, sistem akan membaca sensor cahaya untuk melakukan evaluasi terhadap intensitas cahaya matahari setelah hujan reda. Langkah ini bertujuan untuk menentukan apakah kondisi cuaca di luar sudah kembali cerah atau masih mendung. Melalui data tersebut, sistem mengambil keputusan apakah cahaya yang masuk sudah memenuhi syarat untuk membuka atap atau belum. Jika cahaya matahari dinilai sudah

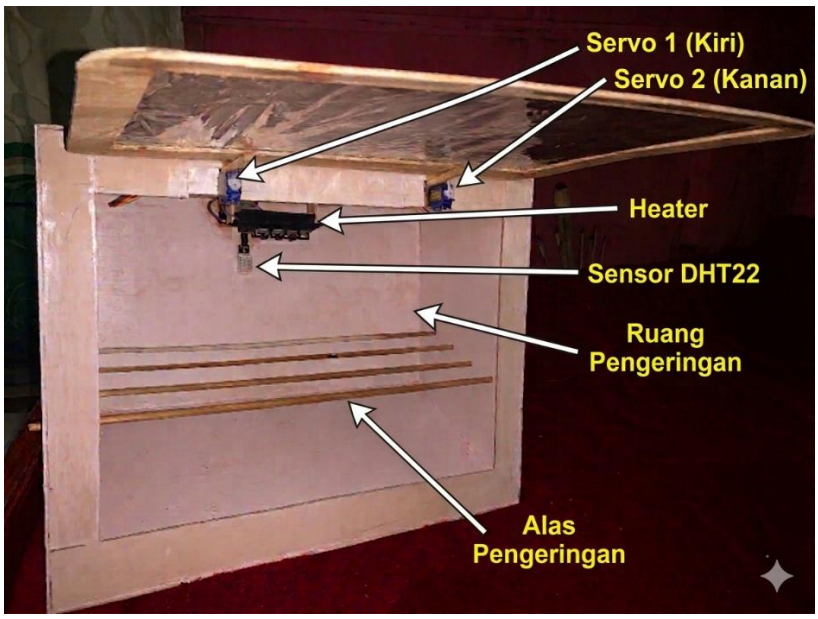
cukup terik dan memenuhi syarat yaitu <700, atap akan otomatis terbuka kembali agar proses pengeringan alami dapat berlanjut. Namun, jika kondisi di luar masih gelap atau belum memenuhi syarat,>700 atap akan tetap dipertahankan dalam kondisi tertutup.

Pada tahap akhir dari satu siklus kerja, semua informasi yang telah diproses mulai dari status atap, kondisi suhu, keaktifan kipas, hingga intensitas cahayaakan dikirimkan sebagai laporan data secara ke Aplikasi Telegram pengguna. Setelah data berhasil terkirim, sistem akan memasuki fase perulangan (loop) dan kembali ke tahap awal untuk membaca sensor hujan, memastikan ruang pengeringan terus terpantau selama proses pengeringan berlangsung.

3. Hasil dan Pembahasan (Results and Discussion)

Bagian ini menyajikan hasil pengujian dan pembahasan terhadap sistem pengeringan telur ikan terbang berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang. Hasil penelitian ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu perancangan serta pengujian perangkat keras (hardware) dan pengujian perangkat lunak (software). Perangkat keras yang dimaksud meliputi integrasi mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan sensor-sensor lingkungan (DHT22, LDR, dan sensor hujan) serta aktuator pendukung (heater, kipas, dan motor servo) yang membentuk sistem pengeringan otomatis. Adapun perangkat lunak mencakup logika algoritma pada mikrokontroler serta integrasi sistem Telegram Bot API sebagai antarmuka pemantauan dan notifikasi kondisi sistem secara real-time kepada pengguna.

Hasil Perancangan Perangkat Keras



Gambar 4. Bagian Atap pada prototipe

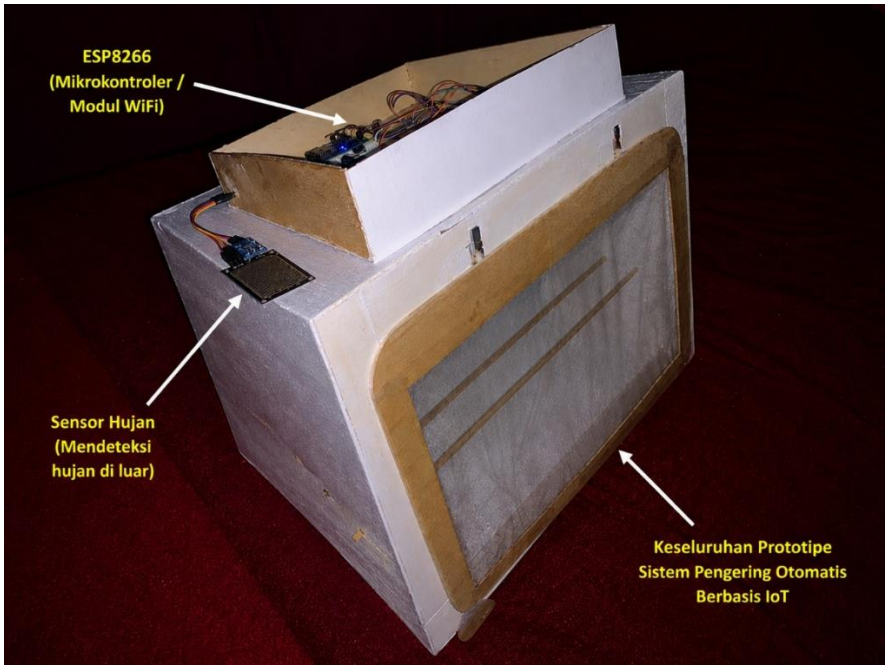
Gambar 4. menyajikan desain mekanis bagian atap pada prototipe sistem yang dirancang dengan mekanisme buka-tutup otomatis. Komponen ini memiliki fungsi krusial dalam menjaga kualitas telur ikan terbang selama proses pengeringan.

Gambar di atas menunjukkan bagian dalam prototype sistem pengering otomatis berbasis IoT yang dirancang untuk proses pengeringan telur ikan terbang. Prototype ini memiliki ruang pengeringan tertutup yang berfungsi untuk menjaga suhu dan kondisi lingkungan agar proses pengeringan berlangsung lebih stabil dan higienis dibandingkan metode tradisional. Pada bagian atas prototype terdapat penutup otomatis yang dikendalikan oleh dua buah servo, yaitu Servo 1 di sisi kiri dan Servo 2 di sisi kanan. Kedua servo tersebut bekerja untuk membuka dan menutup atap prototype secara otomatis sesuai kondisi cuaca atau perintah dari sistem kontrol.

Di bagian tengah atas ruang pengering terdapat heater yang berfungsi sebagai sumber panas utama untuk meningkatkan suhu di dalam ruang pengering. Heater membantu menjaga suhu tetap berada pada rentang optimal sehingga proses pengeringan telur ikan dapat berlangsung lebih cepat dan merata. Tepat di bawah heater terdapat sensor DHT22 yang digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban di dalam ruang

pengering secara real-time. Data dari sensor ini akan dikirim ke mikrokontroler untuk mengontrol kerja heater dan sistem ventilasi agar kondisi pengeringan tetap stabil.

Pada bagian dalam prototype terlihat ruang pengeringan yang menjadi tempat utama proses pengeringan berlangsung. Di dalam ruang tersebut terdapat alas pengeringan yang digunakan sebagai tempat meletakkan telur ikan selama proses pengeringan. Alas ini dirancang agar sirkulasi udara panas dapat menyebar secara merata ke seluruh bagian bahan yang dikeringkan. Dengan adanya integrasi servo otomatis, heater, sensor DHT22, dan sistem kontrol berbasis IoT, prototype ini mampu bekerja secara otomatis untuk menjaga kualitas pengeringan, mengurangi ketergantungan terhadap cuaca, serta meningkatkan efisiensi proses pengeringan telur ikan terbang.



Gambar 5. Prototipe Keseluruhan

Gambar 5 memperlihatkan wujud fisik prototipe keseluruhan dari sistem pengeringan telur ikan terbang berbasis Internet of Things (IoT) untuk membantu proses pengeringan telur ikan terbang. Prototipe berbentuk kotak. Pada bagian depan prototipe terdapat pintu transparan yang memungkinkan pengguna memantau kondisi di dalam alat tanpa perlu membuka ruang pengering sehingga suhu di dalam tetap terjaga. Pada bagian atas prototipe terlihat komponen ESP8266 yang berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus modul WiFi. Dengan adanya ESP8266, sistem dapat dihubungkan ke platform IoT atau aplikasi Telegram sehingga pengguna dapat memantau kondisi pengeringan dari jarak jauh. Di bagian samping atas prototipe terdapat sensor hujan yang digunakan untuk mendeteksi kondisi cuaca di luar ruangan. Sensor ini berperan penting untuk memberikan informasi ketika terjadi hujan sehingga sistem dapat melakukan tindakan otomatis, seperti pada penutup,atap. Secara keseluruhan, prototipe ini merupakan sistem pengering otomatis berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan komunikasi internet dalam satu perangkat. Sistem ini dirancang untuk melanjutkan pengeringan ketika terjadi kondisi hujan dan mengurangi ketergantungan pada cuaca.

Hasil pengujian sensor

Berikut adalah rincian hasil pengujian terhadap setiap komponen dan integrasi sistem pengeringan telur ikan terbang berbasis Internet of Things (IoT):

Tabel 1. Skenario Pengujian

Skenario pengujian	Kondisi awal	Input/kondisi sensor	Proses yang diuji	Hasil yang diharapkan	Status

Pengujian sensor DHT22	Sistem aktif	Suhu >37°C	Sensor duhu membaca kenaikan suhu	Kipas menyala otomatis ketika suhu >37°C untuk meminimalisir panas lebih	Berhasil/gagal
Pengujian sensor hujan (kondisi tidak hujan)	Sistem aktif	Sensor dalam kondisi kering	Sensor membaca tidak ada air	Sistem mendeteksi tidak hujan, heater OF	Berhasil/gagal
Pengujian sensor hujan (terdeteksi hujan)	Sistem aktif	Permukaan sensor terkena air hujan	Sensor hujan mengirim data ke mikrokontroler	Sistem mendeteksi kondisi hujan, servo menutup atap dan heater ON	Berhasil/gagal
Pengujian sensor cahaya (membaca intensitas cahaya tinggi)	Sistem aktif	Cahaya terang	Sensor cahaya membaca nilai intensitas	Nilai intensitas cahaya tampil sesuai kondisi terang, dan servo membuka atap	Berhasil/gagal
Pengujian sensor cahaya (membaca intensitas cahaya rendah)	Sistem aktif	Cahaya gelap/mendung	Sensor cahaya membaca nilai intensitas rendah	Nilai intensitas cahaya tampil sesuai kondisi gelap/mendung, dan servo masih menutup atap	Berhasil/gagal
Pengujian sistem keseluruhan	Semua sensor aktif	Membaca Suhu > 37°C, hujan terdeteksi dan cahaya tereteksi	Sensor suhu, hujan, dan cahaya bekerja sesuai kondisi masing-masing	Kipas dan heater bekerja sesuai kondisi sensor	Berhasil/gagal

Pada tabel 1. Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan seluruh sensor dan aktuator pada prototype pengering IoT bekerja sesuai kondisi yang telah ditentukan. Pada pengujian sensor DHT22, sistem mampu membaca kenaikan suhu di atas 37°C sehingga kipas otomatis menyala untuk mengurangi panas berlebih di dalam ruang pengering. Pengujian sensor hujan menunjukkan bahwa ketika sensor dalam kondisi kering, sistem mendeteksi cuaca tidak hujan dan heater dalam keadaan OFF. Sebaliknya, saat sensor terkena air hujan, sistem mendeteksi kondisi hujan sehingga servo otomatis menutup atap dan heater menyala untuk menjaga proses pengeringan tetap berlangsung. Selanjutnya, pengujian sensor cahaya dilakukan pada kondisi terang dan gelap/mendung. Saat intensitas cahaya tinggi, sensor akan membaca kondisi terang dan servo membuka atap secara otomatis. Sedangkan pada kondisi cahaya rendah atau mendung, sistem mempertahankan atap tetap tertutup. Pada pengujian sistem secara keseluruhan, seluruh sensor bekerja secara terintegrasi sehingga kipas, heater, dan servo dapat beroperasi otomatis sesuai data suhu, hujan, dan intensitas cahaya yang diterima sistem.

Tabel 2. kalibrasi sensor DHT22 dengan termometer

No	DHT22 (°C)	Termometer (°C)	Selisih (Error)	Persentase Error (%)	Koreksi
1	32.4	33.0	-0.6	1.82%	+0.6
2	33.1	33.7	-0.6	1.78%	+0.6
3	34.0	34.5	-0.5	1.45%	+0.5
4	34.8	35.3	-0.5	1.41%	+0.5
5	35.6	36.1	-0.5	1.38%	+0.5
6	36.5	37.0	-0.5	1.35%	+0.5
7	37.2	37.8	-0.6	1.59%	+0.6

Pada tabel 2. Berdasarkan hasil kalibrasi antara sensor DHT22 dan termometer sebagai alat ukur standar, terlihat bahwa pembacaan suhu oleh sensor DHT22 cenderung lebih rendah dibandingkan dengan termometer. Selisih (error) yang diperoleh berada pada rentang sekitar -0,5°C hingga -0,6°C, dengan

persentase error berkisar antara 1,2% hingga 1,8%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan masih dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk aplikasi pengering.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor DHT22

No	Suhu (°C)	Ambang batas untuk menyalakan kipas	kipas
1	33.40	Belum memenuhi	OFF
2	33.50	Belum memenuhi	OFF
3	34.20	Belum memenuhi	OFF
4	34.80	Belum memenuhi	OFF
5	37.10	Memenuhi	ON
6	37.50	Memenuhi	ON

Pada tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel, sensor DHT22 digunakan untuk membaca nilai suhu dalam sistem pengeringan telur ikan terbang. Dari data yang diperoleh, terlihat bahwa suhu yang terukur berada pada rentang 33,40°C hingga 37,50°C. Pada suhu 33,40°C sampai 34,80°C, kondisi kipas masih dalam keadaan OFF (mati). Hal ini menunjukkan bahwa sistem masih menganggap suhu berada dalam batas normal atau belum melewati ambang batas yang ditentukan. Dengan kata lain, pada rentang suhu ini belum diperlukan pendinginan tambahan. Namun ketika suhu mencapai 37,10°C dan 37,50°C, kipas mulai ON (menyala). Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem telah menerapkan mekanisme kontrol otomatis, di mana kipas akan aktif ketika suhu melebihi batas tertentu (sekitar >37°C).

Tabel 4. Hasil pengujian sensor hujan

No	Kondisi	Status Penutup	Respon sensor
1	Kering	terbuka	Sesuai
2	Hujan	Tertutup	Sesuai

Pada tabel 4. Pada pengujian ini masih bersifat awal, Pada kondisi kering, sensor tidak mendeteksi adanya air sehingga sistem memberikan respon berupa penutup dalam keadaan terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mengizinkan proses pengeringan berlangsung secara normal ketika tidak ada gangguan cuaca. Sebaliknya, pada kondisi hujan, sensor berhasil mendeteksi adanya air yang mengenai permukaan sensor. Sistem kemudian merespon dengan menutup penutup (atap) secara otomatis. Respon ini bertujuan untuk Melindungi telur ikan terbang dari air hujan.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor LDR

No	Kondisi	Nilai cahaya	Status penutup
1	Terang	<700	terbuka
2	Terang	670	Terbuka
3	Terang	690	Terbuka
4	Mendung/gelap	>700	Masih tutup
	Mendung/gelap	730	Masih tutup
5	Mendung/gelap	803	Masih tutup

Pada tabel 5. pada kondisi terang, nilai pembacaan sensor berada di bawah 700 (<700), yang menunjukkan intensitas cahaya tinggi. Dalam kondisi ini, sistem merespon dengan membuka penutup, sehingga proses pengeringan dapat memanfaatkan sinar matahari secara maksimal. Sedangkan pada kondisi mendung, nilai pembacaan sensor berada di atas 700 (>700), yang menandakan intensitas cahaya rendah. Pada kondisi ini, sistem memberikan respon penutup masih tertutup, karena sinar matahari tidak cukup untuk proses pengeringan manual.

Tabel 6. Hasil Pengujian Aktuator

No	Aktuator	Kondisi	Status	Penutup	Respon sensor
1	Servo	Saat hujan	180°	Tertutup	Berhasil
2	Servo	Tidak hujan	0°	Terbuka	Berhasil
3	Heater	Saat hujan	ON	Tertutup	Berhasil
4	Kipas	Saat Hujan dan suhu >37°C	ON	Tertutup	Berhasil
5	Heater	Tidak hujan	OFF	Terbuka	Berhasil
6	Kipas	Tidak hujan dan suhu <37°C	OFF	Terbuka	Berhasil

Pada tabel 6. pada kondisi hujan, servo berada pada posisi 180° dengan status penutup tertutup. Hal melindungi telur ikan terbang dari air hujan. Sedangkan pada kondisi tidak hujan, servo berada pada posisi 0° dengan status penutup terbuka. Ini menandakan bahwa servo menggerakkan mekanisme buka-tutup sesuai kondisi cuaca agar proses pengeringan dapat berlangsung dengan optimal. Pada kondisi hujan, heater dan kipas berada dalam keadaan ON, dengan penutup dalam kondisi tertutup. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tetap melanjutkan proses pengeringan dengan bantuan panas buatan ketika tidak ada sinar matahari atau hujan. Sebaliknya, pada kondisi tidak hujan, heater dan kipas akan OF, dan penutup dalam kondisi terbuka. Pada kondisi ini, sistem memanfaatkan sinar matahari secara alami sehingga tidak memerlukan pemanas tambahan.

Tabel 7. Pengujian Keseluruhan

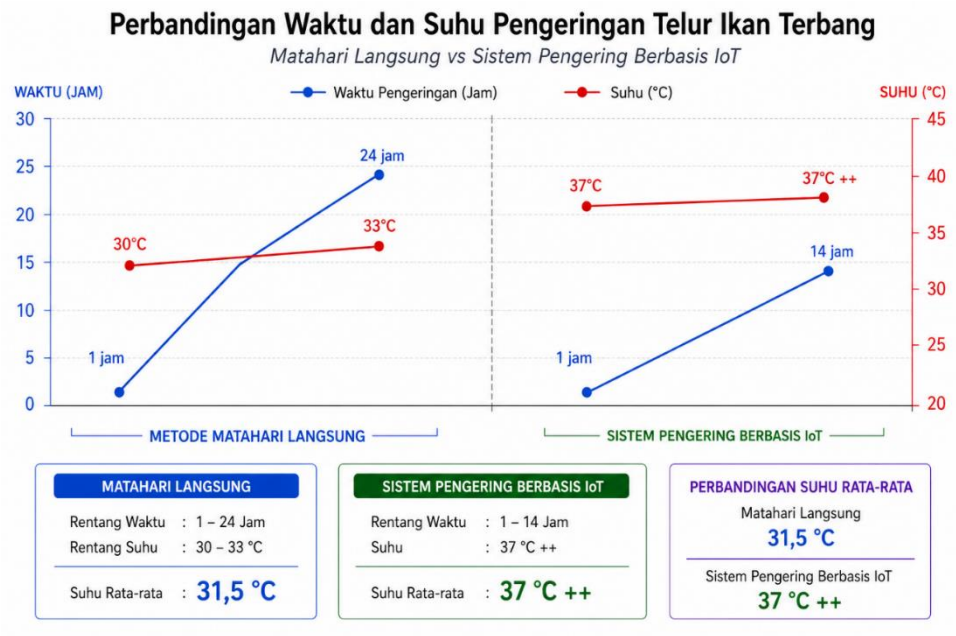
No	Suhu (°C)	Kondisi Hujan	Intensitas Cahaya	Nilai LDR	Status Penutup	Posisi Servo	Kipas	Heater	Keterangan	Respon sensor
1	33,40	Tidak Hujan	Terang	< 700	Terbuka	0°	OFF	OFF	Suhu normal, pengeringan alami	Berhasil
2	34,80	Tidak Hujan	Terang	< 700	Terbuka	0°	OFF	OFF	Suhu masih normal	Berhasil
3	37,10	hujan	Gelap/mendung	> 700	Tertutup	180°	ON	ON	Kipas aktif karena suhu ≥ 37°C	Berhasil
4	37,50	Setelah hujan	Gelap/mendung	> 700	Masih tertutup	180°	ON	OFF	Pendinginan aktif	Berhasil
5	33,40	Tidak Hujan	Terang	< 700	Terbuka	0°	OFF	OFF	Suhu normal, pengeringan alami	Berhasil

Tabel 7. menyajikan validasi percobaan mengenai respon aktuator terhadap berbagai skenario kondisi lingkungan yang berbeda. Dari setiap hasil yang tercantum pada tabel di atas bukan dari hasil 1x percobaan melainkan ringkasan dari beberapa percobaan. Secara menyeluruh, data pada tabel ini menunjukkan bahwa penggabungan antara sensor suhu, sensor hujan, sensor cahaya (LDR), dan aktuator (servo, kipas, serta *heater*) telah berjalan sesuai dengan algoritma kontrol yang dirancang untuk melanjutkan proses pengeringan dalam kondisi hujan.

Pada pengujian nomor 1 dan 2, sistem berada dalam kondisi lingkungan yang mendukung proses pengeringan alami, yaitu cuaca tidak hujan dengan intensitas cahaya terang (nilai LDR < 700). Dalam skenario ini, sistem secara cerdas memilih dengan membuka atap (posisi servo 0°) dan mematikan seluruh perangkat aktif (*heater* dan kipas dalam status OFF). Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali

kapan energi panas matahari sudah mencukupi untuk proses pengeringan, sehingga penggunaan daya listrik dapat diminimalkan tanpa mengurangi efektivitas proses.

Berbeda dengan skenario sebelumnya, pengujian nomor 3 menunjukkan kapabilitas responsif sistem dalam menghadapi kondisi cuaca ekstrem, yaitu saat terdeteksi hujan dan kondisi lingkungan cenderung gelap/mendung (nilai LDR > 700). Dalam situasi ini, sistem melakukan tindakan proteksi total dengan menutup atap (posisi servo 180°) guna melindungi produk dari paparan air hujan. Selain itu, sistem secara otomatis mengaktifkan *heater* untuk mengompensasi hilangnya panas matahari dan kipas ON ketika suhu didalam ruang pengeringan mencapai >37 untuk menjaga sirkulasi udara di dalam ruang pengering yang tertutup, sehingga suhu tetap terjaga stabil meski pada saat yang bersamaan suhu terdeteksi tinggi (37,10°C), pada tabel di atas kondisi yang sedang terjadi adalah hujan dimana pada program memerintahkan heater untuk menyalakan heater pada kondisi hujan saja, dan ketika hujan berhenti maka heater akan otomatis OFF jadi batas untuk ON/OFF heater berada pada kondisi hujan dan tidak hujan saja.
Pada pengujian nomor 4, sistem menunjukkan respon yang baik melalui fungsi pendinginan aktif. setelah hujan dan cuaca masih mendung di >700 maka atap akan masih dalam kondisi tertutup (posisi servo 180), sementara *heater* dimatikan karna sudah tidak terdeteksi hujan. kemudian kipas masih ON karena suhu didalam ruangan pengeringan masih berada 37.50°C dan ketika suhu perlahan turun <37°C maka kipas otomatis akan mati karna suhu tersebut sudah aman untuk pengeringan. Secara keseluruhan, data pada tabel ini mengonfirmasi bahwa seluruh skenario pengujian berhasil merespon perubahan kondisi lingkungan dengan baik, dan menjaga proses pengeringan tetap berlangsung dalam berbagai kondisi cuaca.



Gambar 6. Diagram garis Perbandingan pengeringan (matahari dengan IoT)

Grafik garis pada gambar tersebut menunjukkan perbandingan lama dan cepat pengeringan telur ikan terbang antara metode tradisional menggunakan cahaya matahari langsung dan metode modern menggunakan sistem pengering berbasis IoT, dilihat dari aspek waktu dan suhu.

Penentuan rentang waktu pengeringan telur ikan terbang pada penelitian ini didasarkan pada pengalaman saya pribadi yang telah terlibat secara langsung dalam kegiatan pencarian dan pengolahan telur ikan terbang bersama nelayan sejak beberapa tahun terakhir. Berdasarkan pengalaman saya tersebut, saya bisa mendiskripsikan bahwa lama pengeringan telur ikan terbang secara tradisional sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan intensitas penyinaran matahari. Pada kondisi cuaca cerah dengan intensitas sinar matahari yang optimal tanpa adanya gangguan mendung dan hujan proses pengeringan telur ikan terbang umumnya dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 1 hari. Namun, apabila terjadi kondisi cuaca yang berubah-ubah antara cerah dan mendung, waktu pengeringan biasanya memerlukan waktu yang lebih lama, yaitu sekitar 1–2 hari. Faktor-faktor lingkungan seperti intensitas cahaya matahari, kelembaban udara, dan curah hujan menjadi penyebab utama perbedaan waktu pengeringan tersebut. Jumlah telur ikan terbang yang diperoleh

setelah proses pemanenan juga bervariasi. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan,dan pengalaman dilapanngan berat hasil panen umumnya berkisar antara 1–10 kg, meskipun pada kondisi tertentu dapat mencapai 30–40 kg tergantung pada hasil tangkapan dan. Setelah dipanen, telur ikan terbang berada dalam kondisi yang sangat basah dengan bentuk yang masih menggumpal. Berat satu gumpalan telur ikan terbang pada kondisi awal umumnya berkisar antara 1–3 kg, meskipun terdapat gumpalan yang berukuran lebih kecil maupun lebih besar dari rentang tersebut.

Kriteria tingkat kekeringan telur ikan terbang ditentukan berdasarkan perubahan karakteristik warna yang terjadi selama proses pengeringan. Pada kondisi basah, telur ikan terbang umumnya berwarna kuning pucat. Seiring berkurangnya kadar air selama proses pengeringan, warna telur akan berubah menjadi kuning emas hingga oranye. Perubahan warna tersebut digunakan sebagai salah satu indikator visual untuk menentukan bahwa proses pengeringan telah mencapai kondisi yang diinginkan.

Sebaliknya, pada sistem pengeringan berbasis IoT, berpotensi membantu memperpendek waktu pengeringan Selain itu, suhu yang digunakan lebih tinggi dan stabil, yaitu sekitar 37°C atau lebih (37°C++), dengan suhu rata-rata juga berada pada kisaran tersebut. Suhu yang lebih tinggi dan terkontrol ini berpotensi membantu memperpendek waktu pengeringan.

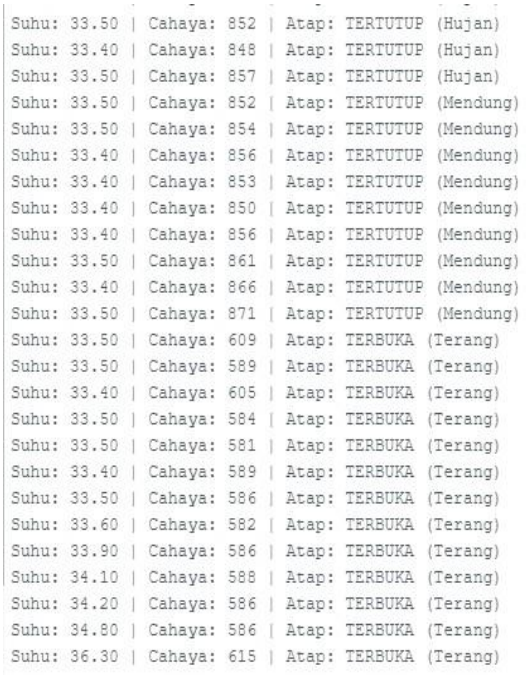
Tabel 8. Pengujian melalui aplikasi telegram

No	**Kondisi sistem**	**Nontifikasi telegram**	Waktu diterima
1	Sistem pengering iot aktif	Masuk	Saat terhubung dengan internet
2	Data suhu	Masuk	Saat terdeteksi hujan
3	Data kelembaban	Masuk	Saat cuaca kering
4	Status penutup	Masuk	Saat terdeteksi hujan dan cuaca kering
5	Cuaca kering/hujan	Masuk	Saat hujan/kering
6	Heater ON/OF	Masuk	Saat terdeteksi hujan dan cuaca kering
7	Kipas ON/OF	Masuk	Saat terdeteksi hujan dan cuaca kering
8	Cahaya	Masuk	Saat cuaca kering

Tabel 8. menyajikan hasil pengujian fungsionalitas integrasi sistem *Internet of Things* (IoT) pada aplikasi Telegram sebagai media pemantauan jarak jauh. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk membuktikan apakah setiap perubahan status atau data yang dihasilkan oleh sistem pengeringan telur ikan terbang dapat dikirimkan dengan akurat dan diterima oleh pengguna secara *real-time*. Berdasarkan data yang disajikan, pengujian dilakukan terhadap tujuh parameter kondisi sistem, yang mencakup inisialisasi sistem, pembacaan data sensor lingkungan, hingga status operasional masing-masing aktuator.

Pada tahap awal, status "Sistem pengering iot aktif" berhasil diterima, yang menandakan bahwa modul Wi-Fi dan *Telegram Bot API* telah terkonfigurasi dengan baik dan terhubung ke internet. Pengujian kemudian dilanjutkan pada aspek pengiriman data sensor lingkungan, yaitu data suhu, data kelembaban, serta status cuaca (kering/hujan). Keberhasilan penerimaan seluruh data ini membuktikan bahwa proses pembacaan sensor dan alur informasi(*publishing)* data ke *platform* Telegram berjalan dengan lancar tanpa ada data yang hilang. Selain itu, pengujian juga mencakup status operasional komponen mekanis, yaitu status penutup atap, status *heater*, dan status kipas. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa pengguna selalu mendapatkan informasi terbaru mengenai tindakan otomatis apa yang sedang dilakukan oleh sistem, seperti kapan atap harus menutup atau kapan *heater* harus menyala.

Hasil pengujian pada kolom "Notifikasi Telegram" yang secara konsisten menunjukkan status "diterima" pada setiap parameter menunjukkan bahwa alur komunikasi data antara mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Telegram pada perangkat pengguna berjalan dengan sangat reliabel. Secara keseluruhan, pengujian ini mengonfirmasi bahwa sistem *monitoring* jarak jauh telah berhasil diimplementasikan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Kemampuan sistem dalam mengirimkan notifikasi secara konsisten ini memberikan jaminan transparansi data, sehingga pelaku usaha perikanan dapat memantau aktivitas pengeringan dan kondisi produk secara mendalam meskipun tidak berada di lokasi fisik alat, yang pada akhirnya mendukung pengambilan keputusan operasional yang lebih cepat.



```
Suhu: 33.50 | Cahaya: 852 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 848 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 857 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 852 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 854 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 856 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 853 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 850 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 856 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 861 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 866 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 871 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 609 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 589 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 605 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 584 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 581 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.40 | Cahaya: 589 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.50 | Cahaya: 586 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.60 | Cahaya: 582 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 33.90 | Cahaya: 586 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 34.10 | Cahaya: 588 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 34.20 | Cahaya: 586 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 34.80 | Cahaya: 586 | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 36.30 | Cahaya: 615 | Atap: TERBUKA (Terang)
```

Gambar 7. Serial monitor dari hasil pengujian sensor 1

Gambar 6 hasil pemantauan sistem melalui Serial Monitor pada Arduino IDE, yang berfungsi untuk memvalidasi alur kerja logika sensor dan pengambilan keputusan mikrokontroler. Berdasarkan data monitoring pada gambar di atas, sistem pengering telur ikan terbang berbasis IoT menunjukkan proses pembacaan sensor suhu, cahaya, dan status atap secara otomatis. Pada kondisi awal, sensor mendeteksi cuaca hujan dan mendung sehingga atap berada pada status tertutup (TERTUTUP) untuk melindungi ruang pengeringan dari air hujan. Nilai intensitas cahaya yang terbaca berkisar antara 848–871 dengan suhu rata-rata sekitar 33,4–33,5°C. Setelah hujan sensor cahaya mendeteksi cahaya masih mendung di angka 852-871 dan status atap masih tertutup (TERTUTUP). karena masih belum memenuhi syarat pembukaan atap yaitu >700 seiring berjalannya waktu sensor cahaya mendeteksi penurunan nilai intensitas cahaya menjadi sekitar 581–615 sehingga sistem secara otomatis mengubah status atap menjadi terbuka (TERBUKA) karna sudah memenuhi syarat pembukaan atap yaitu <700. agar proses pengeringan dapat memanfaatkan sinar matahari secara maksimal. Selama proses tersebut, suhu di dalam ruang pengeringan mengalami peningkatan secara bertahap dari 33,5°C hingga mencapai 36,3°C. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dalam menyesuaikan kondisi atap berdasarkan perubahan cuaca untuk menjaga keberlangsungan proses pengeringan.



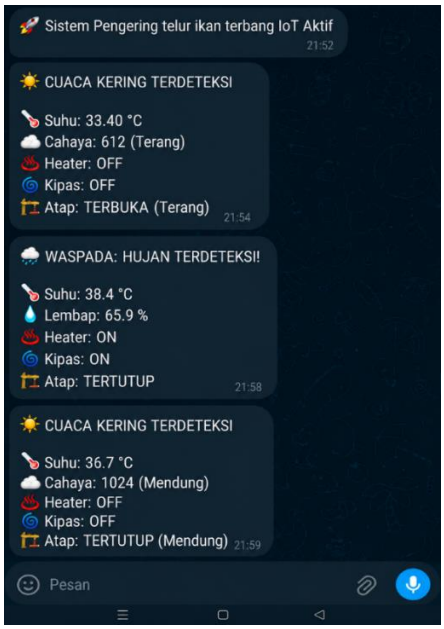
Gambar 8. Pengiriman Notifikasi ke Telegram pengujian 1

Gambar tersebut menunjukkan antarmuka dari sebuah chatbot Telegram bernama "Asmawi" Pengujian pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram bertujuan untuk memvalidasi efektivitas sistem pemantauan jarak jauh dalam menginformasikan kondisi ruang pengeringan kepada pengguna. Berdasarkan data pada gambar, sistem berhasil mengirimkan pembaruan status secara otomatis yang mencakup kondisi cuaca terkini, parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya, serta status operasional seluruh aktuator yang terlibat. Ketika sistem mendeteksi perubahan kondisi lingkungan, seperti transisi dari kondisi cuaca kering menjadi hujan, *bot* Telegram akan mengirimkan peringatan "HUJAN TERDETEKSI!" notifikasi akan diterima yang disertai dengan data pendukung, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengetahui tindakan otomatis apa yang sedang dilakukan sistemseperti menutup atap atau mengaktifkan *heater* dan kipas. Keberhasilan pengujian serta pengiriman notifikasi ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan yang dibangun tidak hanya berfungsi sebagai pelapor data, tetapi juga sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang transparan, sehingga pengguna dapat memantau keamanan dari jarak jauh tanpa perlu melakukan pengawasan langsung secara terus-menerus.

```
Suhu: 38.40 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 38.60 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 38.50 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 38.40 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 38.30 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 38.20 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 38.00 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 37.80 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 37.70 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 37.50 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 37.40 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 37.20 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 37.10 | Cahaya: 746  | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 36.90 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Hujan)
Suhu: 36.70 | Cahaya: 1024 | Atap: TERTUTUP (Mendung)
Suhu: 36.60 | Cahaya: 586  | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 36.20 | Cahaya: 586  | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 36.10 | Cahaya: 586  | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 35.90 | Cahaya: 585  | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 35.80 | Cahaya: 585  | Atap: TERBUKA (Terang)
Suhu: 35.70 | Cahaya: 612  | Atap: TERBUKA (Terang)
```

Gambar 9. Serial monitor dari hasil pengujian sensor 2

Hasil pemantauan sistem melalui *Serial Monitor* pada *Arduino IDE*, yang berfungsi untuk memvalidasi alur kerja logika sensor dan pengambilan keputusan mikrokontroler. Berdasarkan data monitoring pada gambar di atas, sistem pengering telur ikan terbang berbasis IoT menunjukkan proses pengendalian atap otomatis berdasarkan kondisi cuaca dan intensitas cahaya. Pada kondisi awal, sensor mendeteksi hujan dengan nilai cahaya mencapai 1024 sehingga atap berada pada status tertutup (TERTUTUP) untuk melindungi ruang pengeringan dari air hujan. Pada kondisi tersebut, suhu di dalam ruang pengeringan masih berada pada kisaran 37,6°C hingga 38,1°C. setelah hujan berhenti sensor cahaya mendeteksi kondisi masih mendung di angka 1024 dan status atap masih tertutup (TERTUTUP) karna belum memenuhi syarat pembukaan atap. Seiring berjalannya waktu cahaya semakin terang dengan nilai cahaya sekitar 585–612, maka sistem secara otomatis mengubah status atap menjadi terbuka (TERBUKA) karna sudah memenuhi syarat pembukaan atap agar bisa memanfaatkan cahaya matahari secara maksimal. Pada kondisi terang tersebut, suhu menurun berada pada kisaran 35,7°C hingga 36,6°C. Data ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dalam menyesuaikan kondisi atap berdasarkan perubahan cuaca sehingga proses pengeringan tatap berlangsung.



Gambar 10. Pengiriman Notifikasi ke Telegram pengujian 2

Gambar 10 menunjukkan antarmuka dari sebuah chatbot Telegram bernama "Asmawi" yang berfungsi sebagai sistem pemantauan dan kontrol untuk Sistem Pengeringan Telur Ikan Terbang berbasis IoT. Berdasarkan gambar notifikasi Telegram di atas, telah memberikan informasi kondisi cuaca dan status alat. Saat cuaca kering terdeteksi, atap otomatis terbuka untuk memaksimalkan proses pengeringan menggunakan cahaya matahari, sedangkan heater dan kipas berada dalam kondisi OFF. Ketika sensor mendeteksi hujan, sistem memberikan peringatan (HUJAN TERDETEKSI) dan secara otomatis atap akan tertutup serta menyalakan heater untuk sebagai pemanas lanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja otomatis dalam menyesuaikan kondisi cuaca guna menjaga proses pengeringan tetap berlangsung dan aman. Setelah kondisi terdeteksi (CUACA KERING) namun intensitas cahaya masih berada di angka 1024 (Mendung). Dalam kondisi ini, sistem memilih untuk menutup atap (TERTUTUP) sebagai langkah antisipasi.

4. Kesimpulan *(Conclusion)*

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji secara fungsional prototipe' karena pengujian masih terbatas. sistem pengeringan telur ikan terbang otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Integrasi antara sensor lingkungan (DHT22, sensor hujan, dan LDR) dengan aktuator mekanik (motor servo, heater, dan kipas). Berdasarkan hasil pengujian prototipe sistem mampu merespons perubahan kondisi cuaca uji sesuai logika kontrol yang dirancang. di mana mekanisme atap otomatis, pengaturan suhu, dan sirkulasi udara berjalan sesuai dengan logika yang diprogramkan untuk menjaga proses pengeringan tetap berlangsung meskipun dalam kondisi cuaca yang tidak menentu.

Penggunaan teknologi IoT melalui aplikasi Telegram telah memberikan fitur pemantauan jarak jauh. Sistem monitoring jarak jauh memungkinkan pengguna untuk memantau status perangkat, parameter suhu, kelembapan, serta menerima notifikasi kondisi cuaca tanpa harus berada di lokasi pengeringan. Pengujian berdasarkan fungsi menunjukkan bahwa seluruh notifikasi dan data log berhasil terkirim dan diterima dengan baik, antara antarmuka pengguna.

Penelitian ini masih berada pada tahap pengujian prototype di lingkungan terkontrol, sehingga pengujian sistem belum dilakukan secara langsung di lapangan atau pada kondisi nyata di area pesisir maupun di laut. Oleh karena itu, performa alat terhadap perubahan cuaca, tingkat kelembaban lingkungan laut, serta kondisi operasional sebenarnya masih memerlukan pengujian dan pengembangan lebih lanjut agar sistem dapat diterapkan pada penggunaan nyata oleh masyarakat nelayan. Secara keseluruhan, prototipe sistem ini telah memenuhi tujuan penelitian sebagai solusi pengeringan yang lebih, terkontrol, dibandingkan metode tradisional yang sepenuhnya bergantung pada cuaca. Sistem ini mampu mengotomatisasi perlindungan produk dari hujan dan menjaga suhu pengeringan tetap ideal melalui aktivasi heater dan kipas, sehingga dapat membantu nelayan atau pelaku usaha dalam menjaga proses pengeringan tetap berlangsung serta meminimalisir risiko kerusakan akibat faktor eksternal.

Sebagai saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan sistem catu daya mandiri berupa panel surya (solar panel) agar perangkat dapat beroperasi secara lebih efisien dan mandiri di lokasi penjemuran yang jauh dari sumber listrik. Selain itu, pengembangan antarmuka aplikasi seluler yang lebih interaktif serta penambahan sensor pendukung lainnya seperti sensor kadar air digunakan untuk mengukur jumlah kandungan air atau tingkat kekeringan dalam suatu bahan, tanah, atau lingkungan, saran tambahan lainnya juga “uji mutu produk, uji konsumsi energi, dan uji lapangan langsung dapat dilakukan untuk meningkatkan fitur analisis data yang lebih mendalam terkait proses pengeringan telur ikan terbang.

Pernyataan Etik dan Deklarasi Artikel

Penggunaan Kecerdasan Artifisial: Dalam proses penyusunan manuskrip ini, penulis menggunakan teknologi Kecerdasan Artifisial (AI) secara terbatas pada tahap penyuntingan bahasa, pemeriksaan tata bahasa, dan penyempurnaan penyajian naskah. Seluruh keluaran yang dihasilkan melalui bantuan AI telah ditinjau, diverifikasi, dan disesuaikan oleh penulis. Penulis tetap bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keakuratan, orisinalitas, integritas ilmiah, serta seluruh isi manuskrip yang diterbitkan.

Pendanaan (Funding Statement): Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, perusahaan, maupun lembaga pendanaan lainnya. Seluruh biaya pelaksanaan penelitian ditanggung secara mandiri oleh tim penulis (self-funded).

Konflik Kepentingan (Conflict of Interest Statement): Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam proses penyusunan dan penerbitan artikel ini.

Daftar Pustaka

[1] Syamsuarni, M. Idrus, and A. Anwar, "Analisis Sistem Bagi Hasil Nelayan Patorani (Telur Ikan Terbang) di Desa Kalukuang Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar," vol. 5942, pp. 1689–1698, 2025.

[2] Nadir, "Relasi kuasa dan kepentingan para," 2024.

[3] Hatta M, Syuhada A, and Faudi Z, "Sistim pengeringan ikan dengan metode hybrid.," *J. Polimesin*, vol. 17, no. 1, pp. 9–18, 2019, [Online]. Available: https://e-jurnal.pnl.ac.id/polimesin/article/view/666%0Ahttps://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/polimesin/article/download/666/807

[4] S. Al-Fajri, "Rancang Bangun Alat Pengering Ikan dengan Memonitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis Internet of Things (IoT)," *Tek. Elektro Ind. Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Negeri Padang, MSI Trans. Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 66–78, 2022.

[5] M. F. Haikal, T. Handayani, and I. O. Yuliani, "Rancang Bangun Sistem Penjemur Ikan Asin Otomatis," 2025.

[6] F. A. Pratama, S. Rifka, and Lifwarda, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS UNTUK SISTEM PENDETEKSI DAN PENGENDALIAN ASAP DAN SUHU DALAM RUANGAN.pdf," 2026.

[7] D. R. Ningtias, B. Wahyudi, P. Studi, E. Medik, A. Teknik, and E. Medik, "Monitoring Suhu pada Infant Warmer Menggunakan INCU Analyzer Berbasis Arduino," pp. 22–25.

[8] R. Furgana Haigis, "SMART LIGHT SYSTEM BERBASIS SENSOR CAHAYA DENGAN TEKNOLOGI IoT," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 5057–5062, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i3.13588.

[9] N. Nasution, D. M. Marpaung, and M. I. Nasution, "Sistem Otomatisasi Jemuran Pakaian dengan Sensor Hujan dan Sensor LDR Berbasis Arduino Uno," *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 1, pp. 125–131, 2022, doi: 10.25077/jfu.12.1.124-130.2023.

[10] Q. Budiman, S. Mouton, L. Veenhoff, and A. Boersma, "ALAT MONITORING SISTEM BUKA TUTUP PENGERING CABAI BERBASIS INTERNET OF THINGS," *J. Inov. Penelit.*, vol. 1, no. 0.1101/2021.02.25.432866, pp. 1–15, 2021.

[11] H. Basri, I. R. Imaduddin, and M. Khotib, "Prototype Alat Pengering Ikan Asin untuk Nelayan Berbasis IOT," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 72–78, 2023, doi: 10.18196/mt.v4i2.16724.

[12] N. Soedjarwo, F. X. A. Setyawan, E. Komalasari, J. T. Elektro, and U. Lampung, "RANCANG BANGUN ALAT PROTOTYPE PENGERING IKAN ASIN BERBASIS INTERNET OF THINGS," vol. 11, no. 3, pp. 467–474, 2023.

[13] S. Sarjana, E. Hesti, I. Ziad, E. Susanti, and S. S. B, *Design of Technology Salted Fish Dryer at Salted Fish si Abang Center Palembang Based*. Atlantis Press International BV, 2023. doi: 10.2991/978-94-6463-118-0.

[14] P. Rahmadan, T. U. Kalsum, and H. Alamsyah, "Alat Sistem Penjemur Ikan Asin Otomatis Berbasis IoT (Internet Of Things)," vol. 13, no. 2, 2023.

[15] S. Rezeki and M. A. Syari, "Prototype of Fish Drying Device for the Production of Salted Fish Based on IoT," vol. 4, no. 1, pp. 2–6, 2024.