Perancangan Sistem Pengering Ikan dengan Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis *IoT* Skala Usaha Rumah

Moses Pasoloran[1*], Diah Patriana Setianingsih[2], Khairunnisa Nurhandayani[3]

[1,2,3] Teknik Elektro,Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan
Jln. Pupuk Raya Gn. Bahagia Balikpapan 76114 INDONESIA
Email: [1]mosespasoloran15@gmail.com
*Penulis Korespondensi

Abstract*—Fish drying is a technique in the fish processing by reducing the water content in the fish meat to inhibit the growth of microorganisms and extend the shelf life of the fish. Sunlight dependent, this process faces challenges during rainy season. This study developed a household scale IoT-based fish drying system with a real-time temperature and humidity monitoring, by utilizing incandescent and infrared lamps as the alternative heat sources. It also evaluated the effectiveness of these heat sources in drying the fish. The research was conducted in Balikpapan, particularly in Manggar Main Market area. This research employed several methods such as literature studies, observations, prototype, and interviews with small business operators to select the fish samples used in this study, namely tembang fish (Sardinella sp.) and scad (Decapterus spp.). The results of the study showed that the infrared heater reduced water content more effectively than did the incandescent lamp. The infrared heater reduced water content around 66.7%, while the incandescent lamp reduced 57.1% for tembang fish. As for the scad, the infrared heater reduced water content around 46.1% while the incandescent lamp reduced 38.4%. The IoT-based monitoring system successfully displayed real time sensor measurement data on the website. In conclusion, the infrared heater outperformed incandescent lamp in the fish drying process and the IoT-based monitoring system worked quite effectively.

I*ntisari*— Pengeringan ikan merupakan teknik dalam pengolahan ikan dengan mengurangi kadar air dalam daging ikan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang umur simpan ikan. Bergantung pada sinar matahari, proses ini menghadapi tantangan selama musim hujan. Penelitian ini mengembangkan sistem pengeringan ikan berbasis IoT skala rumah tangga yang memantau suhu dan kelembaban secara real-time, dengan memanfaatkan lampu pijar dan inframerah sebagai sumber panas alternatif. Penelitian ini juga mengevaluasi efektivitas sumber panas alternatif dalam mengeringkan ikan. Penelitian dilakukan di Balikpapan, khususnya di kawasan Pasar Utama Manggar. Beberapa metode digunakan seperti studi pustaka, observasi, prototipe, dan wawancara dengan pelaku usaha kecil untuk memilih sampel ikan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu ikan tembang (Sardinella sp.) dan scad (Decapterus spp.). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanas inframerah mengurangi kadar air lebih efektif daripada lampu pijar, yaitu sekitar 66,7%, dibandingkan dengan 57,1% untuk lampu pijar pada sampel ikan tembang. Sedangkan untuk sampel ikan layang, pemanas inframerah mengurangi kadar air sekitar 46,1% dibandingkan 38,4% dengan menggunakan lampu pijar. Sistem pemantauan berbasis IoT berhasil menampilkan data pengukuran sensor secara real-time di situs web. Kesimpulannya, pemanas inframerah mengungguli lampu pijar dalam proses pengeringan ikan dan sistem pemantauan berbasis IoT bekerja cukup efektif.

***Kata Kunci*: Pengeringan Ikan, IoT, Website, Monitoring**

I. PENDAHULUAN

Kota Balikpapan, secara geografis terletak di pesisir Timur Pulau Kalimantan, memiliki potensi laut yang beraneka ragam. Sebagian masyarakat yang tinggal di pesisir laut bermata pencaharian sebagai nelayan. Ikan, udang, kepiting dan cumi-cumi merupakan komoditas laut yang sering dijumpai di pasar tradisional seperti di Pasar Manggar. Masyarakat yang bermata pencaharian sebagai nelayan memiliki jumlah hasil tangkapan yang berbeda-beda tergantung musim. Ketika musim ikan tiba, jumlah hasil tangkapan meningkat secara signifikan. Sebagian masyarakat langsung menjual hasil tangkapannya di pasar, sementara sebagiannya lagi lebih memilih untuk mengolahnya terlebih dahulu sebelum dijual atau dikonsumsi sendiri. Salah satu metode yang sering digunakan oleh masyarakat ialah metode pengeringan ikan secara tradisional yaitu di bawah sinar matahari. Ikan yang dikeringkan memiliki beberapa keuntungan bagi masyarakat seperti memperpanjang masa simpan sehingga lebih awet serta menambah nilai jual ikan di pasar yang menginginkan produk ikan kering[1].

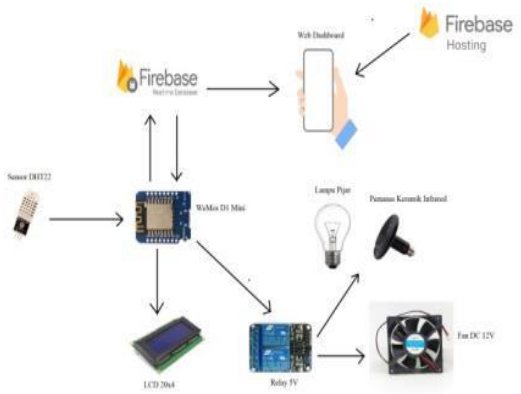
Pengeringan ikan merupakan salah satu metode pengawetan yang telah digunakan sejak zaman dahulu untuk memperpanjang masa simpan ikan. Proses ini efektif karena mengurangi kadar air dalam ikan, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kebusukan[2]. Proses pengeringan ikan membutuhkan sinar matahari sebagai media panas utama[1]. Ketergantungan pada sinar matahari membuat proses ini sangat tergantung pada kondisi cuaca.

Dalam kondisi cuaca cerah, proses pengeringan dapat memakan waktu 2-3 hari. Namun, jika cuaca mendung atau hujan terjadi selama proses pengeringan, kelembapan udara di sekitar ikan menjadi lebih tinggi. Hal ini dapat menghambat pengeringan ikan dan memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme dan jamur pada permukaan ikan yang masih basah. Oleh karena itu, jika kondisi cuaca tidak mendukung proses pengeringan, ikan perlu dipindahkan ke dalam ruangan untuk sementara waktu sampai cuaca cerah kembali[3].

Alat pengeringan ikan dapat menggantikan metode pengeringan ikan secara tradisional. Dengan demikian, alat yang hendak dirancang oleh penulis bersifat prototipe berbentuk oven berbasis *Internet of Things* (IoT) dan menggunakan mikrokontroler sebagai otak pengendalinya. Adapun keuntungan dari penggunaan teknologi pengeringan tertutup dibanding metode tradisional, diantaranya dapat mengurangi debu yang sering ditemukan pada ikan yang dikeringkan tempat terbuka. Selain itu, dapat mempertahankan nilai gizi lebih baik dibanding dengan pengeringan terbuka yang sering menyebabkan degradasi nutrisi akibat paparan langsung matahari dan suhu yang tidak terkontrol[4].

Penggunaan IoT dalam perancangan alat pengering ikan memiliki banyak keuntungan seperti pemantauan real-time dan kendali otomatis. IoT memungkinkan pemantauan secara *real-time* dari sensor. Data informasi dapat diakses dari jarak jauh melalui *dashboard* untuk pengendalian otomatis[5].

Pada penelitian ini, penulis merancang sebuah prototipe yang menggabungkan referensi alat pengering ikan sebelumnya dengan sistem IoT yang dapat melakukan *monitoring* suhu dan kelembapan secara real-time melalui *interface dashboard*, dan pengendalian jarak jauh alat pengering ikan dalam skala usaha rumah. Prototipe ini menggunakan elemen pemanas keramik infrared dan lampu pijar. Gambar 1 menunjukkan skema rancangan sistem.



Gambar 1 Skema rancangan sistem

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Pengeringan

Secara ilmiah proses pengeringan merupakan proses penguapan air dari bahan yang hendak dikeringkan. Hal ini terjadi karena ada perbedaan kadar uap air di bahan yang hendak dikeringkan dengan udara, sehingga air menguap menjadi udara. Tujuan dari proses penguapan adalah untuk menurunkan kadar air atau kelembapan udara dengan mengalirkan udara panas ke sekitar bahan yang hendak dikeringkan sehingga tekanan udara dalam bahan meningkat dan mengurangi kelembapan[6].

Pengeringan ikan secara alami dan pengeringan dengan alat bantu adalah salah satu cara umum untuk melakukan proses pengeringan. Salah satu metode yang paling sederhana yaitu pengeringan di bawah sinar matahari. Karena bergantung pada cuaca dan rentan terhadap debu dan hewan liar, metode ini membutuhkan waktu yang lama. Pengeringan ikan dengan alat bantu seperti oven akan lebih cepat dan suhu lebih mudah dikontrol, sehingga hasilnya lebih selaras karena tidak bergantung pada cuaca. Dibandingkan dengan pengeringan alami yang gratis, oven pengeringan membutuhkan bahan bakar seperti gas atau listrik yang cenderung lebih mahal.

Suhu, kelembapan udara, dan kecepatan aliran panas adalah beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengeringan. Suhu meningkat berbanding lurus dengan jumlah cairan yang menguap dari bahan. Kecepatan aliran udara juga berpengaruh, udara yang tidak bergerak dapat menyebabkan udara jenuh, sedangkan udara yang bergerak cepat, dapat mempercepat perpindahan uap air dari bahan ke udara bebas.

B. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan suatu jaringan antar perangkat keras yang saling terhubung melalui internet untuk berkomunikasi data secara otomatis. Perangkat-perangkat ini dapat berupa sensor dan aktuator yang saling terhubung melalui berbagai protokol jaringan, termasuk jaringan lokal dan jaringan nirkabel. Dengan menganalisis data, seperti variabel suhu, cahaya, gerakan, dan suara, perangkat yang saling terhubung dapat diolah dan digunakan untuk membuat keputusan secara otomatis. Sebuah perangkat lunak digunakan untuk mengontrol keluaran dan masukan data dari perangkat yang saling terhubung. Dapat disimpulkan Internet of Things adalah perkembangan sistem yang mengubah kontrol fisik menjadi kontrol otomatis yang terhubung ke internet[7].

Sistem IoT untuk alat pengering ikan dapat dikendalikan melalui smartphone dengan Firebase melibatkan mikrokontroler ESP8266, sensor DHT22, relay untuk mengendalikan lampu pemanas dan kipas, serta koneksi Wi-Fi. Data sensor dikirim ke Firebase Realtime Database, yang disimpan dan dapat diakses melalui web dasboard yang dapat dikelola dan disediakan oleh Firebase. Web dashboard memungkinkan pengguna untuk memantau suhu dan kelembapan serta mengirim perintah kontrol ke alat pengering.

C. Firebase

Firebase adalah sebuah platform dengan berbagai fitur seperti *machine learning*, *real-time database*, fitur cloud, dan pesan cloud yang dapat diakses melalui *smartphone* dan *website*. Layanan seperti Firebase Authentication membantu pengguna mengelola autentikasi, Firebase Realtime Database memungkinkan pemyimpanan dan sinkronisasi data secara *real-time*, dan Firebase Hosting memungkinkan layanan untuk hosting *website*[8].

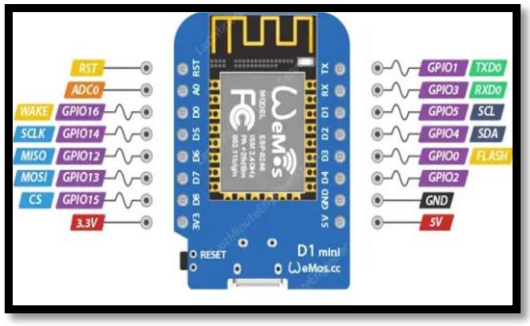
Pada tahun 2014, Google membeli Firebase setelah Andrew Lee dan James Tamplin mengembangkannya pada tahun 2011. Google membeli karena melihat potensinya. Pada awalnya, Firebase diberi nama Envolve karena memiliki API yang memungkinkan pengguna memulai obrolan melalui website. Dengan menyederhanakan desain dan fiturnya sehingga mudah digunakan oleh banyak orang, kini Firebase dapat membantu proses pengembangan aplikasi mobile dan web.

D. WeMos D1 Mini

WeMos D1 Mini, seperti ditunjukkan pada Gambar 2, adalah mikrokontroler yang menggunakan modul Wi-Fi bersama dengan prosesor ESP8266. Ini hampir mirip dengan Node MCU, hanya saja perbedaan utama antara keduanya adalah dari segi ukuran dan jumlah port yang disediakan. WeMos D1 Mini berukuran 34,2 mm x 25,6 mm membuatnya ideal untuk komponen dengan *footprint* yang kecil. Memiliki 4MB memori flash untuk menyimpan kode dan dilengkapi dengan port micro USB sebagai terminal input program dan daya 5V. Selain itu, WeMos D1 Mini memiliki GPIO (*General Purpose Input/Output*) sebagai terminal sensor dan aktuator[9].

Penggunaan Wemos dalam perancangan alat pengering ikan karena memiliki desain dan ukuran yang kompatibel untuk menjalankan beberapa fungsi seperti, komunikasi data secara daring, kontrol dan monitoring secara real-time, juga dapat

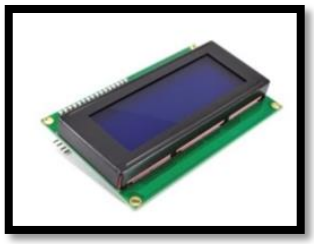
membuat sistem automasi. Wemos memiiki beberapa port dengan fungsinya masing-masing, pin 3.3V untuk menghasilkan daya output sebesar 3.3V dan pin 5V untuk daya output 5V. Pin GND sebagai referensi nol volt atau grounding, pin A0 untuk membaca sinyal analog dengan rentang tegangan antara 0-1V. Pin D0-D8 digunakan untuk input ataupun output digital, dalam penggunaan modul I2C menggunakan pin D2 untuk sinyal SDA dan pin D1 untuk sinyal SCL. Pin RST untuk mereset mikrokontroler, dan pin TX/RX untuk komunikasi UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) dengan perangkat lain.



Gambar 2 WeMos D1 Mini

E. LCD 20x4 I2C

Modul tampilan *Liquid Crystal Display* (LCD) yang dapat menampilkan 20 karakter dalam 4 baris dengan bentuk fisik seperti pada Gambar 3. Dilengkapi interface I2C yang terdapat 4 pin (VCC, GND, SDA, dan SCL). I2C (*Inter-Intergrated Circuit*) merupakan protokol komunikasi serial yang memudahkan pengkabelan dan menghemat penggunaan pin GPIO. SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) digunakan untuk komunikasi data antara mikrokontroler dengan perangkat sensor atau aktuator. SDA berfungsi mengirimkan data bit dalam mode serial, dan SCL berfungsi mengirimkan sinyal clock untuk menyelaraskan tempo waktu data dikirim atau diterima. Modul dilengkapi dengan backlight yang kontrasnya dapat diatur dengan potensiometer. LCD ini bersifat kompatibel yang dapat digunakan dalam berbagai mikrokontroler seperti Arduino ataupun *Raspberry Pi* dengan konsumsi daya rendah. Dalam modul tampilan ini penggunaan alat untuk program skretch di Arduino IDE menggunakan alamat 0x27[10].

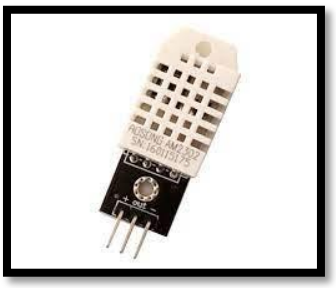


Gambar 3 LCD 20x4 I2C

F. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor yang mengukur suhu dan kelembapan dengan presisi yang lebih baik dibanding sensor DHT11. Perbedaannya terletak pada akurasi, rentang pengukuran, dan kecepatan pengukuran. Sensor DHT22, seperti pada Gambar 4, memiliki akurasi suhu ±0,5˚C dan kelembapan sekitar ±2-5˚C sedangkan sensor DHT11 memiliki akurasi suhu ±2˚C dan kelembapan ±5˚C. Rentang pengukuran suhu yang dimiliki DHT22 antara -40˚C sampai 80˚C, sementara DHT11 mampu hanya rentang suhu 0˚C hingga 50˚C, kedua sensor tersebut memiliki rentang kelembapan yang sama yaitu 0% sampai 100%. Untuk kecepatan pengukuran, sensor DHT22 lebih cepat dibanding dengan sensor DHT11[11].

Sensor DHT22 seperti pada Gambar 4 memiliki 3 pin yaitu VCC, GND, dan Data. Pin Data berfungsi untuk mengirimkan data digital ke mikrokontroler atau ke sistem lainnya. Sensor DHT22 bekerja dengan memanfaatkan perubahan resistansi dalam elemen sensitifnya terhadap suhu dan kelembapan untuk menghasilkan sinyal digital sesuai dengan nilai suhu dan kelembapan. Terdapat 2 elemen sensitif pada DHT22 yaitu termistor untuk mengukur suhu dan kapasitor polimer untuk mengukur kelembapan.



Gambar 4 Sensor DHT22

G. Relay 5V

Relay 5V merupakan perangkat elektronik yang dapat disebut sebagai skalar elektromagnetik yang dikendalikan dengan sinyal dari mikrokontroler. Relay bekerja dengan ketergantungan pada induksi elektromagnetik saat lilitan kumparan dialiri listrik. Fenomena tersebut menyebabkan rangkaian listrik jadi terbuka dan tertutup akibat induksi pada kumparan solenoid yang menyebabkan gaya magnet di dalam relay. Ketika arus dihentikan, gaya magnet dari kumparan juga akan hilang. Untuk mengaktifkan kumparan relay dibutuhkan tegangan 5VDC seperti mikrokontroler[10].
Gambar 5 menunjukkan modul relay yang digunakan.

Gambar 5 Modul Relay 5V

H. Lampu Pijar dan Inframerah

Lampu pijar merupakan lampu yang bekerja dengan cara memberikan arus ke filamen secara terus-menerus sehingga memanas dan menghasilkan cahaya. Dengan filamen yang dipanaskan ini, lampu pijar sering digunakan sebagai elemen pemanas dalam beberapa rancangan alat seperti inkubator.

Kaca sebagai pelindung filamen agar tidak terkena oksidasi. Lampu pijar memiliki harga yang sangat terjangkau, tetapi juga memiliki beberapa kekurangan, seperti masa penggunaan tidak panjang karena filamen yang rawan terputus akibat panas yang dialirkan[12]. Pemanas keramik inframerah merupakan perangkat pemanas yang bekerja dengan cara mengalirkan listrik melalui elemen keramik yang akan memancarkan radiasi inframerah. *Infrared* (IR) merupakan radiasi elektromagnetik yang memiliki banyak pengaplikasiannya, contohnya sebagai pemanas atau penghangat. Radiasi yang dihasilkan akan memanaskan objek yang terkena radiasi tersebut.

Efisiensi penggunaan energi listrik dari lampu pijar yakni sekitar 90% energi listrik diubah menjadi energi panas dan 10% diubah menjadi energi cahaya, sedangkan untuk pemanas inframerah sekitar 92% energi listrik yang digunakan diubah menjadi energi panas, sedangkan 8% sisanya hilang kedalam bentuk energi panas yang terserap oleh udara dan material disekitarnya atau rugi-rugi panas internal dari kabel koneksi dan komponen resistif. Penampakan lampu pijar seperti pada Gambar 6 di bagian kiri, dilanjutkan di sebelah kanan merupakan pemanas inframerah.

Gambar 6 Lampu pijar dan pemanas IR

I. Arduino IDE

Arduino IDE (*Intergrated Development Environtment*) merupakan sebuah perangkat lunak memiliki fungsi seperti editor kode yaitu untuk menulis program, sebagai pengunggahprogram dari perangkat lunak ke mikrokontroler, serta sebagai penerjemah (kompiler) agar program dapat dijalankan oleh mikrokontroler[12].

J. Penelitian Relevan

Penelitian pertama berjudul "Prototipe Alat Pengering Ikan Asin untuk Nelayan Berbasis IOT" ditulis oleh Hasan Basri, Ilmir Riski Imaddudin, dan Moh Khotib pada tahun 2023. Penelitian ini menggunakan sensor NTC sebagai pendeteksi suhu dan heater sebagai pemanas. Alat pengering dikendalikan dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 melalui media telegram dan kipas digunakan untuk menstabilkan suhu. Cara kerja alat ini, pemanas akan terus menyala bila suhu ≤ 90°C sedangkan kipas dalam keadaan off, heater off dan kipas keadaan on jika suhu lebih dari atau mencapai 90°C. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa alat dapat mengeringkan ikan berukuran kecil selama 2 jam dan untuk berukuran besar membutuhkan waktu 4 jam[13].

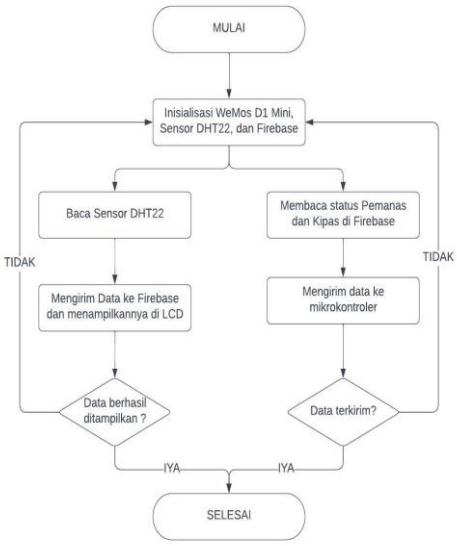
Untuk penelitian selanjutnya tidak jauh berbeda dengan sebelumnya, ditulis oleh Moh Farid Lukman, Samsul Arifin, dan Mufidatul Islamiyah yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Asin Otomatis Berbasis Arduino Uno" tahun 2022. Dalam peneltian ini menggunakan arduino uno sebagai otak pengendalinya, elemen pemanas sebagai sumber panas utama, kipas untuk menstabilkan suhu, sensor LM35 sebagai pendeteksi suhu, dan LCD 16x2 sebagai alat monitor suhu dan waktu lama pengeringan. Hasil uji yang dilakukan terhadap sampel ikan layang dengan berat ½ kg memakan waktu pengeringan selama 2-3 jam dan ikan teri dengan berat ¼ kg perlu waktu pengeringan selama 1-2 jam[14].

Penelitian selanjutnya berjudul "Penerapan Mikrokontroler Arduino Uno Pada Alat Pengering Rumput Laut" ditulis oleh Ery Muchyar Hasiri, La Raufun, dan Ahmad Rizal tahun 2021. Berbeda dengan penelitian sebelumnya tentang penelitian terhadap ikan asin, penelitian ini melakukan penelitian terhadap pengeringan rumput laut. Tujuan dari penelitian ini merancang alat pengering rumput laut yang menggunakan mikrokontroler arduino uno, menggunakan 2 jenis elemen pemanas yaitu PTC Heater dan kawat Nikelin, sensor DS18B20 sebagai pendeteksi suhu dan sensor Soil Moisture untuk mengukur kadar air dan kelembapan. Hasil dari penelitian pengeringan rumput laut ini mampu mengeringkan rumput laut sesuai dengan standar penjualan ialah kadar air 30%-40% dan memerlukan waktu lebih cepat yakni 6 jam dibanding dengan pengeringan tradisional. Hasil proses pengeringan dengan alat memiliki kualitas lebih baik dibanding dengan pengeringan dengan cara tradisional[15].

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data penelitian perancangan sistem pengering ikan berbasis IoT menggunakan metode observasi, metode kepustakaan, metode wawancara, dan metode prototipe. Metode observasi yaitu mendatangi langsung tempat untuk mendapatkan informasi terkait penelitian. Metode kepustakaan ialah mempelajari dan mengumpulkan informasi dari jurnal-jurnal terkait dengan topik penelitian. Metode wawancara merupakan pengumpulan data dengan melakukan tanya-jawab secara langsung ke narasumber terkait. Metode prototipe ialah melakukan uji coba untuk mendapatkan feedback dari pengguna untuk mengidentifikasi kendala pada alat. Gambar 7 menunjukkan diagram alir cara kerja alat pengering ikan berbasis IoT.



Gambar 7 Diagram Alir Proses

B. *Metode Analisis Data*

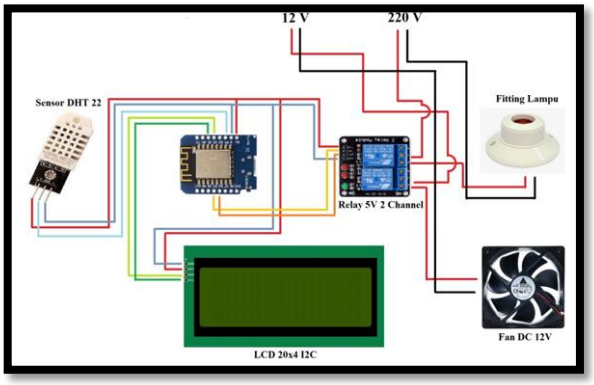
Data-data penelitian yang hendak di analisis, didapatkan dari beberapa pengujian alat pengering ikan terhadap sampel uji coba, yakni:

1) Pengujian pengeringan ikan tembang dengan pemanas lampu pijar selama 12 jam.
2) Pengujian pengeringan ikan tembang dengan pemanas inframerah selama 12 jam.
3) Pengujian pengeringan ikan layang dengan pemanas lampu pijar selama 12 jam.
4) Pengujian pengeringan ikan layang dengan pemanas inframerah selama 12 jam.
5) Pengukuran keluaran daya listrik dari penggunaan pemanas lampu pijar dan inframerah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Rancangan Perangkat Keras*

Dalam tahapan pertama adalah melakukan integrasi beberapa komponen yaitu WeMos D1 Mini, modul LCD 20x4 I2C, Relay, dan Sensor DHT22. Memastikan komponen-komponen tersebut bekerja dengan baik dan saling terhubung sesuai dengan diagram pada Gambar 8.



Gambar 8 Diagram Wiring

Gambar 9 menunjukkan tampilan dari alat pengering ikan yang dirancang.

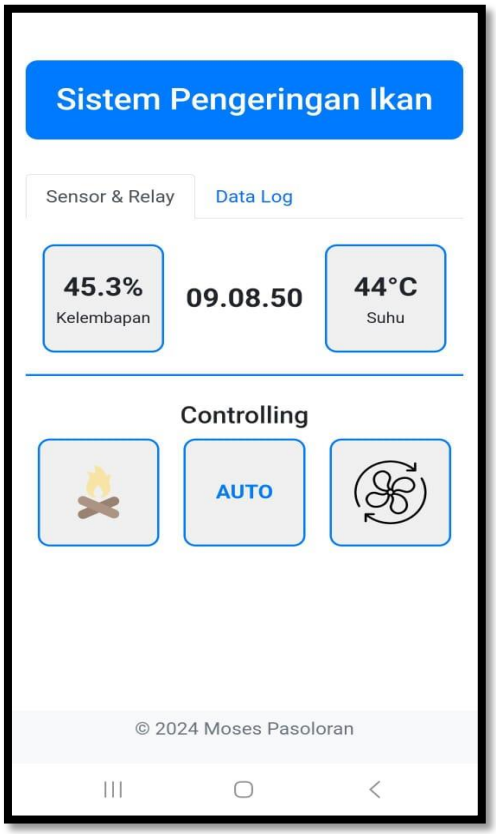
Gambar 9 Model Pengering Ikan Berbasis IoT

B. *Rancangan Perangkat Lunak*

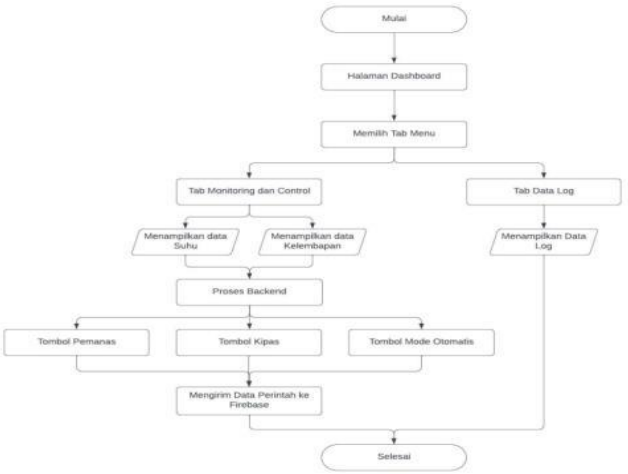
Tahapan berikutnya yakni melakukan instalasi program dengan aplikasi Arduino IDE. Program yang dibuat diantaranya; program untuk menghubungkan mikrokontroler ke Firebase dan jaringan Wi-Fi, program untuk melakukan setting variabel waktu, program untuk melakukan monitoring melalui LCD, program untuk menghubungkan website ke Firebase, serta program untuk setting relay dan kontrol manual atau otomatis. Program tersebut dibuat dengan menggunakan bahasa C++.

C. *Program Website*

Proses berikutnya adalah membuat *dashboard* pada website untuk memudahkan pengendalian dan pemantauan suhu dan kelembapan pada alat pengering. Dalam pembuatan website menggunakan beberapa elemen dan pemrograman yaitu HTML sebagai kerangka awal web, CSS untuk mendesain tampilan, dan Javascript agar website lebih interaktif. Judul dari website ini ”Sistem Pengeringan Ikan” yang dapat diakses melalui ”spi-746.web.app”. Dalam web tersebut berisi menu yaitu monitoring suhu dan kelembapan, menu kendali, dan menu data log yang berfungsi untuk mencatat suhu dan kelembapan setiap 10 menit sekali. Tampilan dashboard web ditunjukkan pada Gambar 10, sedangkan diagram alir cara kerjanya ditampilkan pada Gambar 11. Struktur database yang digunakan ditampilkan pada Gambar 12. Tabel 1 menunjukkan logika Boolean kendali pemanas dan kipas pada alat pengering ikan.

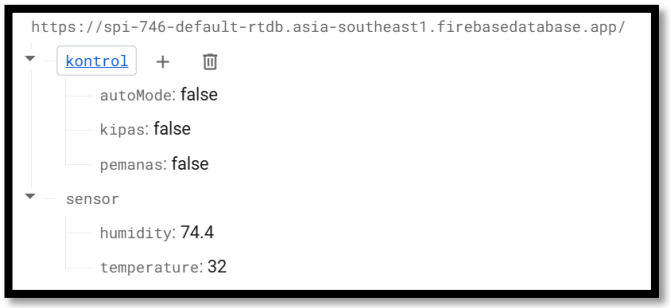


Gambar 10 Tampilan Dashboard Website



Gambar 11 Diagram Alir Penggunaan Dashboard Web

Dalam Konfigurasi database di Firebase menggunakan struktur NoSQL yang berbentuk pohon. Dalam database terdapat 2 node utama yaitu node kontrol dan node sensor. Node kontrol berfungsi mengendalikan relay dimana dapat diakses dari website, dan node sensor berfungsi untuk menerima data dari sensor DHT22 yang dikirimkan ke Firebase melalui mikrokontroler, kemudian ditampilkan pada website. Hubungan antara website, Firebase dan WeMos D1 Mini sebagai perangkat IoT memiliki peran yang penting dalam proses kerja alat.



Gambar 12 Struktur Firebase Database

Tabel. 1 Boolean kontrol web dengan database

Tombol Website	Node Database (Kontrol)		
	autoMode	kipas	pemanas
Automode(OFF)	false	false	false
Automode(ON)	true	false	false
Kipas (OFF)	false	false	false
Kipas (ON)	false	true	false
Pemanas (OFF)	false	false	false
Pemanas (ON)	false	false	true

Pada Tabel 1 diatas merupakan bentuk *Boolean* dari tombol-tombol yang ada di *website* terhubung dengan Realtime Database. Node database akan bernilai *true* jika tombol dalam keadaan ON, sebaliknya ketika tombol dalam keadaan OFF maka Node di database akan bernlai *false*.

D. Pengujian Alat dengan Sampel Ikan

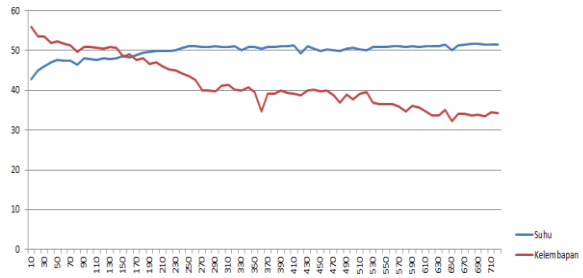
Dalam pengujian alat sistem pegeringan ikan ini menggunakan 2 sampel ikan yaitu ikan tembang (*Sardinella sp.*) dan ikan layang (*Decapterus spp.*). Masing-masing ikan diuji dengan 2 tipe pemanas yang berbeda yaitu dengan pemanas lampu pijar dan dengan pemanas inframerah.

E. Hasil Pengujian

Hasil dari pengujian sistem pengeringan ikan berbasis IoT dengan sampel ikan tembang dan ikan layang dengan memakai 2 jenis pemanas selama 12 jam, penghitungan pengurangan persentase kadar air dapat dilakukan sebagai berikut:

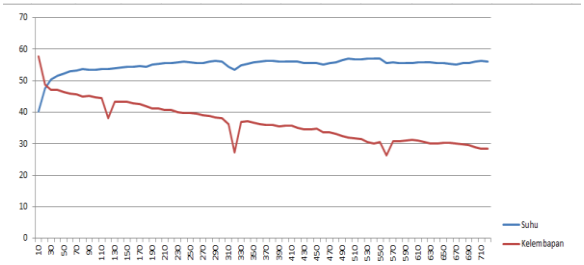
$$\text{KA}(\%) = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \text{ x } 100$$

- Pada pengujian pertama menggunakan ikan tembang seberat 420 gram dengan jumlah 20 ekor, menggunakan lampu pijar. Setelah melewati proses peengeringan dengan alat diperoleh berat akhir sebesar 180 gram. Hasil menunjukkan bahwa berat awal mengalami penurunan 57,1% sehingga mencapai berat akhir. Hasil pengujian ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 13.



Gambar 13 Grafik suhu pengujian pertama (Garis biru = Suhu(°C), garis merah = Kelembapan(%), sumbu x = Waktu(menit))

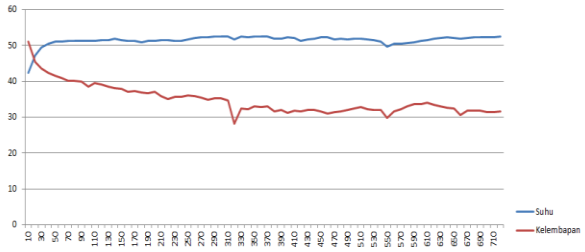
- Pengujian kedua menggunakan sampel yang sama dengan pengujian pertama, yakni ikan tembang dengan berat 420 gram manggunakan pemanas inframerah. Setelah dikeringkan, berat akhir yang diperoleh sebesar 140 gram. Penurunan berat awal lebih besar dibanding pengujian pertama yakni 66,7% sehingga mencapai berat akhir. Gambar 14 menunjukkan hasil pengujian kedua.



Gambar 14 Grafik suhu pengujian kedua (Garis biru = Suhu(°C), garis merah = Kelembapan(%), sumbu x = Waktu(menit))

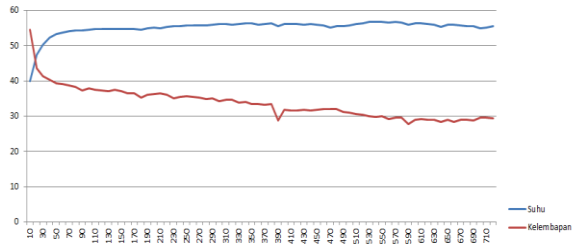
- Pada pengujian ketiga menggunakan ikan layang dengan berat awal 260 gram dengan jumlah 4 ekor menggunakan

lampu pijar. Setelah mengalami proses pengeringan, didapat berat akhir sebesar 160 gram. Penurunan dari berat awal sebesar 38,4% hingga mencapai berat akhir. Hasil pengujian ketiga ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Grafik suhu pengujian ketiga (Garis biru = Suhu(°C), garis merah = Kelembapan(%), sumbu x = Waktu(menit))

- Pengujian keempat menggunakan skenario yang sama dengan pengujian ketiga, yakni menggunakan ikan layang dengan berat awal 260 gram, tetapi menggunakan pemanas inframerah. berat akhir yang diperoleh setelah dikeringkan sebesar 140 gram. Memilliki penurunan berat awal yang lebih besar yakni sebesar 46,1% dibanding dengan pengujian ketiga. Gambar 16 menunjukkan hasil pengujian keempat.



Gambar 16 Grafik suhu pengujian keempat (Garis biru = Suhu(°C), garis merah = Kelembapan(%), sumbu x = Waktu(menit))

- Parameter penggunaan listrik yang digunakan dan hasil dari proses pengeringan ikan selama 12 jam dari 2 jenis pemanas ditampilkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel. 2 Pengukuran output Listrik Pemanas

Parameter Output Daya Pemanas					
Pemanas	**Tegangan**	**Arus**	**Daya**	**Faktor Daya**	**Frekuensi**
Pijar	225,3 V	0,267 A	60,16 W	1	50 Hz
Inframerah	224,1 V	0,277 A	62,07 W	1	50 Hz

Total konsumsi energi listrik pemanas pijar selama 12 jam :

$$\text{Energi (kWh)} = \frac{60{,}16\ W}{1000} \text{ x } 12 \text{ (jam)} = 0{,}7219 \text{ kWh}$$

Total konsumsi energi listrik inframerah selama 12 jam :

$$\text{Energi (kWh)} = \frac{62{,}07\ W}{1000} \text{ x } 12 \text{ (jam)} = 0{,}7448 \text{ kWh}$$

Efisiensi energi listrik lampu pijar dari penggunaan selama 12 jam ialah 10% energi listrik atau sekitar 0,07219 kWh dikonversi menjadi cahaya, sisanya diubah menjadi energi panas. Pada pemanas inframerah, efisiensi penggunaan selama 12 jam ialah 8% dari total energi listrik tidak terkonversi menjadi panas, artinya mengalami rugi sekitar 0,059584 kWh, 92% sisanya dikonversi menjadi energi panas. Sehingga dapat terlihat bahwa inframerah dapat lebih efisien dalam pemanfaatan energi listrik menjadi energi panas. Dari 8% energi yang tersisa dalam hilang dalam bentuk lain, penyebabnya:

- Kehilangan panas karena konveksi udara: Sebagian energi ditransfer ke udara di sekitarnya. Pemanas inframerah bekerja dengan radiasi, tetapi bergantung pada desainnya, mungkin terdapat udara yang mengalir melalui lubang kipas.
- Kerugian konduksi: Panas dapat dialirkan melalui kerangka alat pengering yang dapat dipengaruhi oleh struktur pemanasan dan bahan dari kerangka tersebut.
- Kerugian listrik dan resistif: Beberapa energi dapat hilang sebagai panas pada komponen listrik internal seperti kabel, konektor, dan elemen resistif pemanas.

Hasil uji coba secara keseluruhan dapat dirangkum dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel. 3 Hasil Proses Pengeringan Keseluruhan

Rekap Hasil Perbandingan Pengeringan Ikan						
Jenis ikan	**Pemanas**	**Rata-rata suhu**	**Kelembapan akhir**	**Berat awal**	**Berat akhir**	**Kadar air menguap**
Tembang	Pijar	49,9°C	34,3%	420 g	180 g	57,1%
Tembang	IR	54,9°C	28,5%	420 g	140 g	66,7%
Layang	Pijar	51,4°C	31,6%	260 g	160 g	38,4%
Layang	IR	55,1°C	29,4%	260 g	140 g	46,1%

Gambar 17 Ikan Sebelum Dikeringkan

Gambar 18 Proses Pengeringan Ikan

Gambar 19 Hasil Pengeringan Dengan Alat

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan hingga pengujian hasil. Dalam penelitian sistem pengeringan ikan berbasis IoT skala usaha rumah di Balikpapan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu: Hasil pengujian alat pengeringan ikan berbasis IoT ini berjalan dengan baik. Komponen perangkat keras seperti WeMos D1 Mini, LCD 20x4 I2C, Relay 5V, dan Sensor DHT22 terintegrasi dan berjalan sebagaimana mestinya. Perangkat lunak yang dikonfigurasi dengan Arduino IDE maupun pada Firebase berjalan dan tereksekusi dengan baik di dalam perangkat keras. Hasil pengujian pada sampel ikan tembang dan ikan layang dengan menggunakan pemanas alternatif yaitu lampu pijar dan inframerah, menunjukkan perbedaan dari segi performa dan hasil pengeringan. Pemanas inframerah lebih mampu mengurangi kadar air, dengan pengurangan berat sebesar 66,7% pada ikan tembang dan pengurangan berat sebesar 46,1% pada ikan layang, dibanding dengan pemanas lampu pijar denganpengurangan berat sebesar 57,1% pada ikan tembang dan 38,4% pada ikan layang.

REFERENSI

[1] S. Al-Fajri, "Rancang Bangun Alat Pengering Ikan dengan Memonitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis Internet of Things (IoT)," *MSI Trans. Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 65–78, 2022.

[2] U. Mahmud, "Pengeringan Ikan Laut Dengan Pengering Tenaga Surya di Desa Madello Kecamatan Balusu Kabupaten Barru," vol. 4, no. 5, pp. 213–222, 2024.

[3] M. Alfan *et al.*, "Perancangan Alat Pengering Ikan Dengan Metode Vdi 2221," *J. Innov. Res. Knowl.*, vol. 2, no. 11, pp. 4351–4362, 2023, doi: 10.53625/jirk.v2i11.5479.

[4] S. A. Aulia et al, "Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Tipe Kerucut, " V. Hal, "Technologica," vol. 3, no. 2, pp. 111–121.

[5] B. Sulaeman, T. Informatika, and S. Selatan, "OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN," vol. 12, no. 3, 2024.

[6] M. Nur, M. N. Ihsan, W. Ayuandiani, and F. Fahrul, "Pelatihan Penerapan Alat Pengasapan Ikan Terbang Di Kelurahan Mosso, Provinsi Sulawesi Barat," *J. Abdi Insa.*, vol. 11, no. 1, pp. 195–203, 2024, doi: 10.29303/abdiinsani.v11i1.1186.

[7] M. Fansyuri, S. Kom, M. Kom, and D. Yunita, "PERANCANGAN INTERNET OF THINGS (IoT) UNTUK SISTEM KONTROL LAMPU RUMAH PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA".

[8] P. Sistem and I. O. T. Pemantauan, "PROTOTYPE OF AN IOT SYSTEM FOR MONITORING TEMPERATURE , WATER LEVEL , AND WATER QUALITY IN AQUASCAPES BASED ON ARDUINO AND ANDROID," vol. 3, no. September, pp. 1083–1091, 2024.

[9] W. F. Sirait and M. Amin, "Pengembangan Prototype Pengontrolan Lampu Via Android Sebagai Media Pembelajaran Di Smk Dwiwarna Medan," *JEVTE J. Electr. Vocat. Teach. Educ.*, vol. 3, no. 2, p. 140, 2024, doi: 10.24114/jevte.v3i2.57182.

[10] P. T. Santoso *et al.*, "RANCANG BANGUN ALAT OTOMATISASI PENGEREMAN," vol. 19, no. September, 2024.

[11] F. T. Industri and U. I. Indonesia, "Suhu Ruangan Otomatis Pada Sistem Rumah Cerdas Untuk Lansia berbasis Internet of Things (IoT) Suhu Ruangan Otomatis Pada Sistem Rumah Cerdas Untuk Lansia berbasis Internet of Things (IoT)," 2024.

[12] C. Wibisono and A. Zein, "Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Keyless Berbasis Arduino," *Spectr. Multidiciplinary J.*, vol. 1, no. 21, pp. 150–156, 2024.

[13] 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.

[14] M. F. Lukman, S. Arifin, and M. Islamiyah, "Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Asin Otomatis Berbasis Arduino Uno," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 16, no. 1, p. 37, 2022, doi: 10.32815/jitika.v16i1.692.

[15] E. M. Hasiri, L. Raufun, and A. Rizal, "Penerapan Mikrokontroler Arduino Uno Pada Alat Pengering Rumput Laut Application of Arduino Uno Microcontroller on Seaweed Dryer," *J. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 20–29, 2021, [Online]. Available: http://ejournal.unidayan.ac.id/index.php/JIU