

Artikel Penelitian

Penerapan Metode Fuzzy Sugeno pada Otomatisasi Oven Pengereng Ikan Asin Berbasis IoT

Sebastianus Pehan Makin, Nachrowie, Subairi

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 29 November 2023
Revisi Akhir: 23 Desember 2023
Diterbitkan Online: 27 Desember 2023

KATA KUNCI

Oven Pengereng Ikan Asin;
Heater sebagai Pemanas;
Blynk; Fuzzy Logic

KORESPONDENSI

Phone: +62 852-3050-3734
E-mail: gasparmakin1998@gmail.com

A B S T R A K

Ikan asin merupakan makanan khas orang Indonesia. Dimana ikan yang di asinkan dan kemudian melalui proses pengeringan. Proses produksi dan pembuatan ikan asin akan menjadi lebih lambat jika ikan asin tidak mendapatkan sinar matahari yang cukup. Proses pengeringan yang membutuhkan waktu yang lama dan dengan cuaca yang terkadang tidak menentu. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti bertujuan untuk membuat Oven Pengereng Ikan Asin Otomatis dengan Metode Fuzzy Logic berbasis Internet of Things (IoT), Alat ini terhubung dengan aplikasi Android dan dapat menampilkan informasi proses pengeringan ikan asin, dimana informasi terkait pengeringan ikan asin ditampilkan pada aplikasi Android dengan memanfaatkan internet of things. Disini tampilan monitoring sistem kerja alat melalui aplikasi Blynk yang berperan penting karena menjadi sarana pemantauan pengeringan ikan asin dan pengendalian komponen didalam alat pengering ikan asin tersebut. Suhu yang terdapat pada oven pengering ikan mencapai 65°C. Pada sistem pengeringan ikan asin menggunakan metode Fuzzy Sugeno yang dihasilkan output berupa PWM heater dan dibandingkan dengan perhitungan menggunakan software MATLAB terdapat nilai error sebesar 0,06%. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada oven pengering proses pengeringan pada oven ini membutuhkan waktu 8 jam, dalam melakukan proses pengeringan dapat mengurangi massa ikan sebesar 600 gram. Pada sistem pengeringan ikan asin manual memerlukan waktu yang cukup lama bahkan berhari-hari

PENDAHULUAN

Ikan asin merupakan makanan khas masyarakat Indonesia. Hampir semua lapisan masyarakat mengkonsumsi makanan yang terbuat dari ikan asin, dimana ikan yang di asinkan dan kemudian melalui proses pengeringan [1]. Dalam skala nasional ikan asin merupakan hasil perikanan memiliki posisi penting, terlihat bahwa hampir 65% produk perikanan masih diolah dan diawetkan dengan cara pengasinan. Menurut Direktorat Jendral pengolahan dan pemasaran hasil perikanan (1996), pengolahan mempunyai fungsi untuk memaksimalkan manfaat hasil tangkapan maupun hasil budidaya, serta mendiverifikasikan kegiatan dan komoditi yang dihasilkan [2]. Ikan asin merupakan hasil yang diolah secara tradisional dengan membersihkan ikan lalu menambahkan garam dengan kadar air yang di tetapkan sesuai Standar Nasional Indonesia yaitu sekitar 20%-30%. Dari berat total ikan dengan kadar air ikan setelah dikeringkan maksimal 40% [3]. Pemerintah Indonesia menetapkan ikan asin sebagai salah satu dari sembilan makanan pokok publik [4]. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan asin tidak hanya digemari masyarakat ekonomi kelas bawah, tetapi juga kelas menengah dan atas. Daya tarik ikan asin ini terutama terletak pada aroma, rasa dan teksturnya yang khas.

Proses pengeringan ikan asin dapat menggunakan beragam sumber, salah satunya adalah dengan membiarkan dibawah sinar matahari. Pengeringan yang dilakukan dengan bantuan sinar matahari tidak memerlukan biaya besar dan meskipun pengeringan ini dapat mengubah sifat daging ikan segar, namun nilai gizi ikan tidak relatif berubah. Dengan begini, maka peran sinar matahari sangat penting. Keadaan cuaca yang tidak menentu dan pasti menjadi salah satu masalah

dalam proses penerangan ikan asin tersebut. Proses produksi dan pembuatan ikan asin akan menjadi lebih lambat jika ikan asin tidak mendapatkan sinar matahari yang cukup [5]. Banyak industri pengolahan ikan asin di wilayah ini namun masih menggunakan metode tradisional dalam proses pengeringannya. Proses pengeringan yang membutuhkan waktu yang lama dan dengan cuaca yang terkadang tidak menentu, sehingga dapat menghambat produktifitas masyarakat.

Perkembangan teknologi yang ada pada saat ini dapat dimanfaatkan untuk membuat suatu alat yang terhubung dengan aplikasi *Blynk*. Aplikasi *Blynk* dipilih karena saat ini sistem IoT sudah banyak digunakan oleh beragam bidang. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti bertujuan untuk membuat Oven Pengering Ikan Asin Otomatis dengan Metode *Fuzzy Logic* berbasis *Internet of Things* (IoT), yang digunakan untuk mengeringkan ikan asin tanpa pengaruh cuaca, meminimalkan kontak serangga yang hinggap pada ikan serta proses pengeringan ikan asin dengan menggunakan oven tidak memerlukan waktu yang lama dan hanya membutuhkan 8 jam untuk proses pengeringan ikan tersebut. Alat ini terhubung dengan aplikasi *Android* dan dapat menampilkan informasi proses pengeringan ikan asin, dimana informasi terkait pengeringan ikan asin ditampilkan pada aplikasi *Android* dengan memanfaatkan *internet of things*, sehingga pengguna dapat memantau dan mengontrol proses pengeringan ikan menggunakan aplikasi yang terpasang pada *smartphone* [6]. Tampilan monitoring sistem kerja alat tersebut melalui aplikasi *Blynk*, yang berperan penting karena menjadi sarana pemantauan pengeringan ikan asin dan pengontrol tombol start pada alat pengering ikan asin tersebut. Suhu yang terdapat pada oven pengering ikan mencapai 65°C.

TINJAUAN PUSTAKA

Ikan Ekor Kuning (*Caesio cuning*) adalah ikan laut yang hidup diperairan Indo-Pasifik. Ikan ini disebut *fusilier*, sulih, suliri, sunin Ikan ekor kuning memiliki bentuk badan memanjang, melebar dan gepeng. Dua gigi taring pada rahang bawah dan yang halus pada langit-langit. Jari-jari keras 10 dan 15 jari-jari lemah pada sirip punggung. Tiga jari-jari keras dan 11 jari-jari lemah pada sirip dubur. Ikan ini memiliki sisik tipis dan terdapat 52-58 pada garis rusuknya. Sisik-sisik kasar dibagian atas dan bawah garis rusuk serta tersusun horizontal, sisik pada kepala mulai dari mata. Ikan ekor kuning salah satu komoditas ikan karang dan biasanya dikonsumsi oleh masyarakat [8]. Warna umumnya biru, kuning pada bagian belakangnya dan perak. Jenis ini dikenal sebagai perenang cepat dan termasuk ikan diurnal. Ikan ini sering ditemukan diluar karang (tubir karang). Makanannya adalah *zooplankton*. Volume produksi ikan ekor kuning selama kurun waktu tahun 2008 sampai 2013 mengalami peningkatan sebesar 7,41% yaitu dari 56.04ton pada tahun 2008 menjadi 77.071ton pada tahun 2013. Pemanfaatan Ikan ekor kuning sudah sejak lama digunakan sebagai salah satu produk perikanan dan terus dikembangkan untuk mendukung kebutuhan lokal dan Internasional.

NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan suksesor atau penerus dari ESP8266 yang memiliki banyak fitur tambahan dan keunggulan dibandingkan generasi sebelumnya. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta *Wi-Fi* yang lebih cepat, GPIO yang lebih banyak, dan dukungan terhadap *Bluetooth* 4.2, serta konsumsi daya yang rendah [10]. ESP32 sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang familiar dipasaran, hanya saja ESP32 lebih kompleks dibandingkan ESP8266. Pada 2016 Espressif meluncurkan produk terbarunya yang bernama ESP32. ESP32 hadir tidak untuk menggantikan ESP8266, namun memberikan perbaikan pada semua lini. Tak hanya mempunyai dukungan konektivitas *Wi-Fi*, akan tetapi juga *Bluetooth* membuatnya lebih serbaguna dan cocok dalam menangani proyek yang besar.

Sensor Thermocouple

Thermocouple adalah sensor ukur yang menghasilkan perubahan tegangan karena perbedaan suhu relatif antara *junction* dua logam yang berbeda dan *output junction*, dimana satu logam sebagai referensi dan logam lainnya sebagai pengukur suhu. Dalam hal ini sensor *Thermocouple* mengubah panas pembakaran menjadi tegangan listrik [11]. *Thermocouple* merupakan salah satu sensor yang paling umum digunakan untuk mengukur suhu karena relatif murah tetapi akurat yang dapat beroperasi pada suhu panas maupun dingin. Beberapa kelebihan *Thermocouple* yang membuatnya menjadi populer ialah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan pula rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C. Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, *Thermocouple* juga tahan terhadap guncangan atau getaran serta praktis digunakan. Sensor suhu *Thermocouple* mempunyai nilai *output* yang kecil dengan *noise* yang tinggi, sehingga memerlukan rangkain pengkondisi sinyal supaya nilai *output* dapat dibaca dengan baik.

Sensor Load Cell

LoadCell merupakan komponen inti yang terdapat pada timbangan digital. Secara umum *Load Cell* digunakan untuk menghitung massa dari suatu benda. Sebuah sensor *Load Cell* tersusun dari beberapa konduktor, *strain gauge*, dan jembatan *wheatstone*. *Loa Cell* merupakan sensor yang cukup populer untuk pengukuran *Force* terutama untuk pengukuran berat (timbangan elektronik). Penggunaan *LoadCell* sangat *simple* dan sangat memudahkan dalam implementasinya [12]. Tingkat keakuratan timbangan tergantung dari timbangan tergantung dari jenis *Load Cell* yang di pakai. Sensor *LoadCell* apabila di beri beban pada inti besi maka nilai resistansi pada *strain gauge*-nya akan berupa yang di keluarkan melalui tiga buah kabel. Dua buah kabel sebagai eksistensi dan satu kabel lainnya sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. *Load Cell* juga merupakan sebuah alat uji perangkat yang dapat mengubah dari suatu energi ke energi lain yang biasa di gunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Perubahan suatu sistem ke sistem lain ini tidak langsung terjadi begitu saja, dalam hal ini ada tiga tahap. Yaitu tahap pengaturan mekanikal kekuatan dan energi agar dapat merasakan perubahan kondisi dari baik menjadi kurang baik. Pada alat ini sensor *Load Cell* digunakan untuk mengetahui berat ikan pada saat proses pengeringan.

Driver Mosfet

Mosfet (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) adalah sebuah komponen semikonduktor yang dapat digunakan sebagai saklar elektronik dan penguat sinyal pada perangkat elektronik. *Mosfet* umumnya memiliki 3 kaki, yaitu *Gate (G)*, *Drain (D)*, dan *Source (S)*. Dari segi bahan semikonduktor pembuatnya, *Mosfet* terbagi atas 2 bagian yaitu *Mosfet N-type* dan *Mosfet P-type* [14]. *Mosfet* bekerja secara elektronik mevariasikan sepanjang jalur pembawa muatan (*electron* atau *hole*). Muatan listrik masuk melalui saluran pada *source* dan keluar melalui *drain*. Lebar saluran dikendalikan oleh tegangan pada elektrode yang disebut dengan *gate* atau gerbang yang terletak antara *source* dan *drain*. Ini terisolasi dari 18 saluran didekat lapisan oksida logam yang tipis. [11].

Arduino Software IDE

Arduino IDE merupakan kependekan *Integrated Developmnet Enviroenment*, atau secara Bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah *Arduino* dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang benamkan melalui sintaks pemrograman. *Arduino* menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C bahasa pemrograman *Arduino (Sketch)* sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. *Arduino IDE (Integrated Development Environment)* adalah *software* yang digunakan untuk memrogram di *Arduino*, dengan kata lain *Arduino IDE* sebagai media untuk memrogram *board Arduino IDE*. *Arduino* ini berguna sebagai teks editor untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. Bisa juga digunakan untuk meng-*Upload* ke *board Arduino*. Kode program yang digunakan pada *Arduino* disebut dengan istilah *Arduino "sketch"* atau disebut juga *source code Arduino*, dengan ekstensi file *source code*. *software* ini merupakan *software* yang bisa digunakan untuk membuat sistem pemrograman di *Arduino*.

Driver Motor SSR

SSR (Solid State Relay) merupakan *relay* yang tidak memiliki kumparan dan kontak sesungguhnya dan sebagai penggantinya maka digunakan alat penghubung semikonduktor seperti transistor bipolar, *Mosfet*, scr, atau *triac*. *SSR* ditetapkan sebagai kontrol *ON-OFF* dimana arus beban dilakukan oleh satu atau lebih semikonduktor. *SSR* tidak memiliki bagian yang berputar, *relay* tersebut tahan terhadap guncangan dan getaran serta tertutup rapat terhadap kotoran dan kelembaban.

Heater

Heater adalah pemanas yang memanfaatkan arus listrik AC frekuensi tinggi yang dialirkan kepada benda kerja berupa batang penghantar yang akan menghasilkan medan elektro magnetik di sekitar benda kerja tersebut, sehingga menghasilkan arus eddy yang akan membuat molekul – molekul dari benda logam yang terdapat disekitar medan elektro magnetik mengeluarkan panas dan meleburkan benda itu sendiri [16]. Sedangkan menurut Riandadari (2018:84) juga menjelaskan bahwa pemanas induksi merupakan salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan induksi elektro magnetik dari gelombang AC frekuensi tinggi, yang lebih efisien dari pada menggunakan tungku pemanas logam konvensional". Rancang bangun *prototype* alat *induction heating* yang bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan oleh alat *induction heating* untuk memanaskan logam, dimana logam pengujian akan dipanaskan hingga mencapai suhu 500 °C. *Prototype inductor Heater* yang dikembangkan ini hingga mencapai suhu 600 °C.

Pompa DC

Pompa adalah alat yang mampu memindahkan *fluida* dari tempat yang rendah menuju tempat yang tinggi, serta mampu menaikkan tekanan *fluida* dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi. Sedangkan pompa air penggerak motor AC yaitu pompa air yang memanfaatkan energi listrik AC untuk menggerakkan *fluida* [17].

Kipas

Kipas angin menggunakan motor listrik untuk mengubah energi listrik menjadi gerakan baling baling. Dalam Kipas Angin DC terdapat suatu kumparan besi pada bagian yang bergerak beserta sepasang pipih yang berbentuk magnet pada bagian yang diam. Ketika listrik mengalir pada lilitan kawat dalam kumparan besi, hal ini membuat kumparan besi menjadi sebuah magnet [18]. Karena sifat magnet yang saling tolak-menolak pada kedua kutubnya maka gaya tolak-menolak magnet antara kumparan besi dan sepasang magnet tersebut membuat gaya berputar secara periodik pada kumparan besi tersebut. Oleh karena itu baling-baling kipas angin dikaitkan ke poros kumparan tersebut. Penambahan tegangan listrik pada kumparan besi dan menjadi gaya kemagnetan ditujukan untuk memperbesar hembusan angin pada kipas angin [19].

Blynk

Blynk merupakan *platform* baru yang memungkinkan anda untuk dengan cepat membangun *interface* untuk mengendalikan dan memantau proyek *hardware* dari iOS dan perangkat *Android* [20]. Aplikasi ini sangat mudah digunakan bagi orang yang masih awam. Aplikasi ini memiliki banyak fitur yang memudahkan pengguna dalam memakainya. Cara membuat projek di aplikasi ini sangat gampang, tidak sampai 5 menit yaitu dengan cara *Drag and Drop*. *Blynk* tidak terkait dengan modul atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet. Hal inilah yang disebut dengan IoT (*Internet of Things*).

Fuzzy Logic

Fuzzy Logic merupakan suatu cara untuk bisa memetakan suatu *input* ke dalam suatu *output*. *Fuzzy Logic* memiliki himpunan *Fuzzy* dimana teori himpunan *Fuzzy* merupakan perkembangan dari teori himpunan klasik. Dimana dengan logika *Fuzzy*, hasil yang keluar tidak akan selalu konstan dengan *input* yang ada. *Fuzzy Logic* merupakan himpunan logika yang dikembangkan dalam hal mengatasi nilai yang berada diantara kebenaran (*true*) dan kesalahan (*false*). Metode Fuzzy Sugeno dipakai dalam menunjang penelitian yang akan dilakukan [21].

Motor Servo

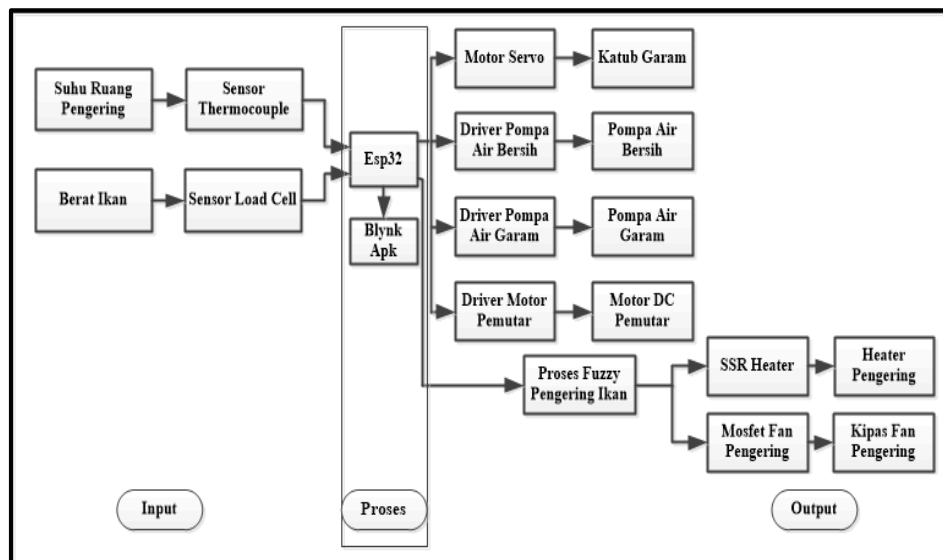
Motor *servo* adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor *servo*. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensio meter dan rangkaian kontrol. Potensio motor berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran *servo*. Sedangkan sudut dari sumbu motor *servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 ms pada periode selebar 2 ms maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar kecil pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Driver Motor IBT-2

Pada *Driver* motor DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V-27VDC, sedangkan tegangan *input level* antara 3.3V-5VDC

METODOLOGI

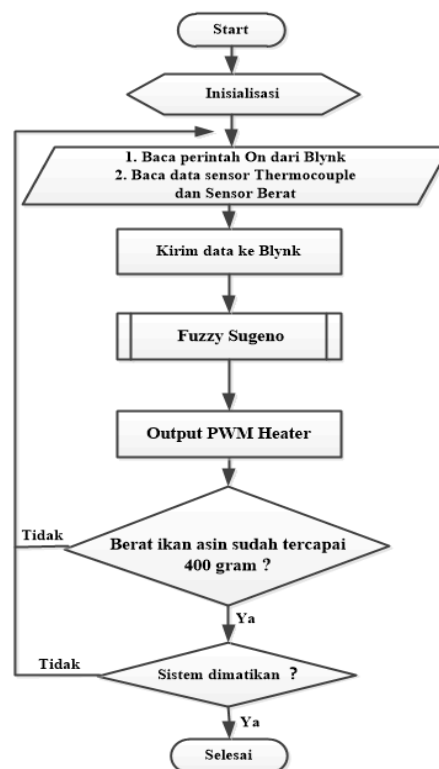
Pada bab ini, akan menjelaskan mengenai metode penelitian proses perancangan dan analisa data dilakukan guna untuk mengetahui kesesuaian sistem kerja dengan perancangan yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan secara bertahap untuk setiap komponen yang akan digunakan sesuai dengan rangkaian alat yang kemudian akan diuji dengan sistem yang berketerkaitan satu sama lain.



Gambar 1. Diagram Blok kerja Alat

Pada Gambar .1. merupakan blok diagram cara kerja alat, dimana terdapat *Input*, *Output* dan *Proses*. Dimana cara kerja dari masing-masing blok diatas adalah Blok *Input* Terdapat *Sensor Thermocouple* yang digunakan untuk membaca suhu ruangan Oven dan *Sensor Load Cell* digunakan untuk membaca berat atau kadar air ikan dan pada Blok *Proses* *Esp32* digunakan sebagai mikrokontroler utama dan sebagai modul *Wifi* untuk mengirim data, serta *Blynk* untuk memantau proses kerja Oven pengering Ikan Asin. Blok *Output* terdapat *Motot Servo* sebagai katub penyaluran garam ke wadah campuran, *Pompa 1* sebagai penyaluran air bersih ke wadah campuran dan *Pompa 2* untuk penyemprotan air garam ke ikan saat proses pengeringan. Adapula *Driver Motor* untuk membalikan ikan, kemudian masuk ke proses *Fuzzy* pengeringan ikan di mana ada *Heater* sebagai pemanas ruangan oven dan *Kipas* sebagai penyalur suhu panas ke arah ikan.

Flowchart merupakan rangkaian alur pada sistem kerja rangkaian. Berikut adalah Gambar dari *flowchart* pada penelitian ini

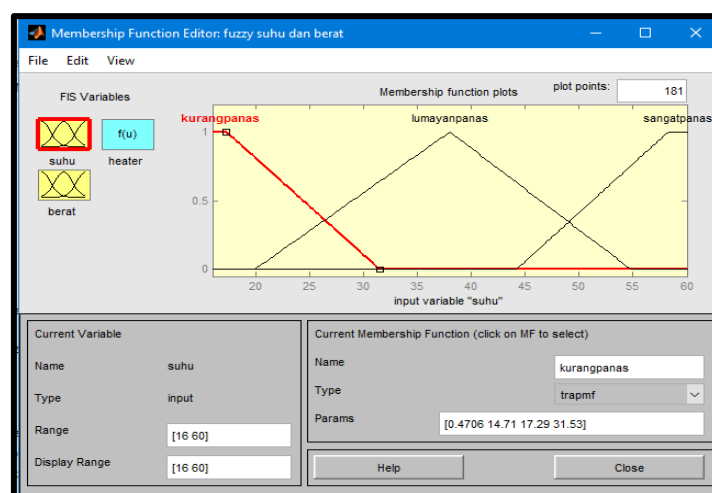


Gambar 2. Diagram Alur Perangkat Lunak Alat

Dimana *Flowchart* diatas merupakan perangkat lunak yang menunjukkan alur atau cara kerja sistem dari alat pada penelitian ini. Dimulai dari *start*, kemudian dilanjutkan dengan proses inialisasi pin-pin yang digunakan, dilanjutkan dengan pembacaan data *On* dari *Blynk* serta pembacaan sensor suhu dan berat, kemudian data sensor ditampilkan pada *Blynk* kemudian masuk ke proses *Fuzzy Sugeno* dimana *output* nya berupa PWM (*Pulse Width Modulation*) *Heater* untuk mengatur suhu sesuai dengan berat yang terbaca, suhu ruang akan berubah-ubah secara otomatis sesuai dengan penurunan kadar air yang mempengaruhi berat hingga mencapai berat 400 gram. Setelah proses *Fuzzy* kemudian data proses pengeringan dikirim ke *Cloud Blynk* dan jika sistem dimatikan maka proses selesai, jika tidak maka kembali ke proses awal.

Pengujian keseluruhan merupakan penggabungan keseluruhan komponen yang digunakan yaitu mikrokontroler ESP32, *Thermocouple*, *Load Cell*, *Power Suply*, *Heater*, *SSR (Solid State Relay)*, *Pompa DC*, *Kipas DC*, *Motor DC*, *Motor Servo*, *Mosfet*, Pada pengujian ini menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* dengan menggunakan 2 *input* dan 1 *output* yang dibangun dengan menggunakan *Matlab Fuzzy Logic Toolbox* dengan fasilitas *Graphical User Interface (GUI)* yang diberikan *Matlab* untuk mempermudah membangun sistem *Fuzzy*. 2 *input*, *Input* suhu dan *input* berat yang terbagi dari masing-masing *input* atas 3 jenis. Untuk *input* suhu yaitu kurang panas, lumayan panas, dan sangat panas, sedangkan untuk *input* berat yaitu ringan, sedang, dan berat. *Output* *Heater* terdiri dari *Low*, *Medium* dan *High*.

Pada pengujian ini berat dibawah mempunyai 3 *Membership Functions Input* Suhu terbagi menjadi 3 bagian yaitu Kurang Panas, Lumayan Panas dan Sangat Panas. *Membership Function Input* Suhu.



Gambar 3. *Membership Functions Input* Suhu

Gambar 3. menunjukkan *Domain Range* dari *Membership Functions* dengan fungsi sebagai batasan nilai yang akan digunakan pada Mikrokontroler untuk mengambil keputusan dari hasil pengukuran Sensor *Thermocouple* (suhu) pada oven pengering ikan. *Domain Range Input* Suhu seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. *Domain Range Input* Suhu

	<i>Membership Functions Input</i>	<i>Range (°C)</i>
1	Kurang Panas	[0.47 31.53]
2	Lumayan Panas	[19.88 54.82]
3	Sangat Panas	[44.16 75.84]

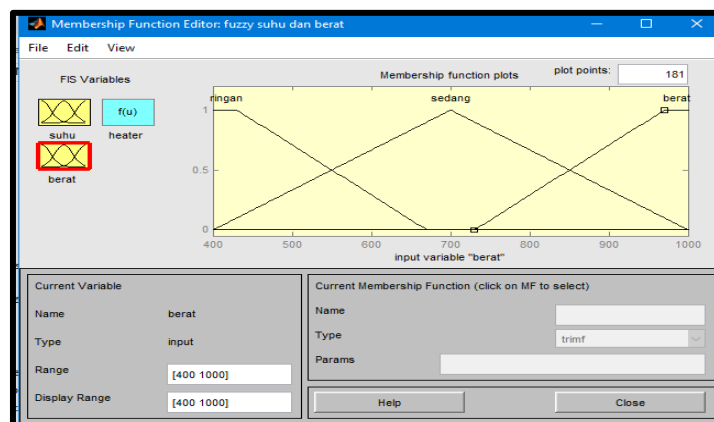
Dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\mu \text{ Kurang Panas } [f] = \begin{cases} 1; x < 17.29 \\ \frac{31.53 - x}{31.53 - 17.29}; 17.29 < x < 31.53 \\ 0; x > 31.53 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Lumayan Panas } [f] = \begin{cases} 0; x < 19.88 \\ \frac{x - 19.88}{38 - 19.88}; 19.88 < x < 38 \\ \frac{54.82 - x}{54.82 - 38}; 38 < x < 54.82 \\ 0; x > 54.82 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Sangat Panas } [f] = \begin{cases} 0; x < 44.16 \\ \frac{x - 44.16}{58.24 - 44.16}; 44.16 < x < 58.24 \\ 1; x > 58.24 \end{cases}$$

Pada pengujian ini berat dibawah mempunyai 3 *Membership Functions Input* berat terbagi menjadi 3 bagian yaitu Ringan, Sedang, dan Berat. *Membership Function Input Berat*.



Gambar 4. *Membership Functions Input Berat*

Gambar 4. menunjukkan *Domain Range* dari *Membership Functions* dengan fungsi sebagai batasan nilai yang akan digunakan pada Mikrokontroler untuk mengambil keputusan dari hasil pengukuran Sensor *Load cell* (berat) pada oven pengering ikan. *Domain Range Input Berat* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. *Domain Range Input Berat*.

	<i>Membership Functions Input</i>	<i>Range (°C)</i>
1	Ringan	[430 670]
2	Sedang	[400 700]
3	Berat	[730 1270]

Dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\mu \text{ Ringan } [f] = \begin{cases} 1; x < 430 \\ \frac{670 - x}{670 - 430}; 430 > x > 430 \\ 0; x > 670 \end{cases}$$

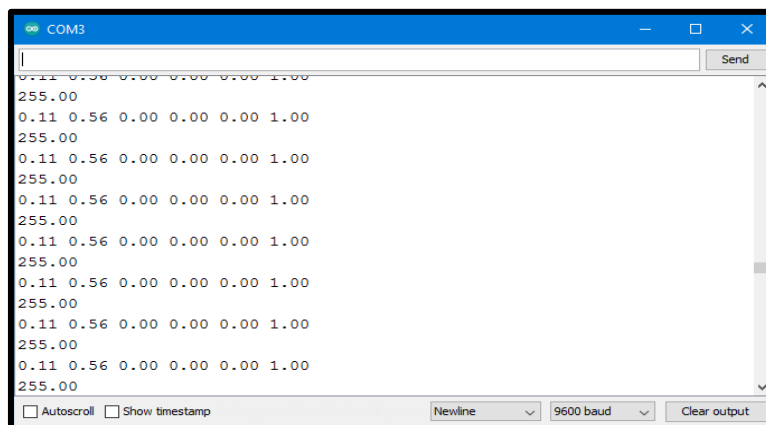
$$\mu \text{ Sedang } [f] = \begin{cases} 0; x < 400 \\ 0; x > 1000 \\ \frac{x - 400}{700 - 400}; 400 > x \geq 400 \\ \frac{1000 - x}{1000 - 700}; 1000 > x > 700 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Berat } [f] = \begin{cases} 0; x < 730 \\ \frac{x - 730}{970 - 730}; 730 > x > 730 \\ 1; x > 970 \end{cases}$$

Pulse Width Modulation adalah salah satu jenis modulasi. *Pulse Width Modulation* dilakukan dengan cara mengubah perbandingan lebar pulsa positif terhadap lebar pulsa negatif ataupun sebaliknya dalam frekuensi sinyal yang tetap. Pengujian output PWM pada perbandingan ini dilakukan untuk memastikan kerja dari alat sudah sesuai dengan set poin yang sudah diatur serta untuk mengetahui selisi error dari kerja alat. Pengujian output PWM pada suhu 30° dan berat 1000 gram. *Output* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan nilai PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mengatur suhu dalam ruang oven pengering ikan asin. *Membership Functions Output PWM* sebagai berikut:

Pemanas

1. *Low* = 65
2. *Medium* = 127
3. *High* = 255



Gambar 5. Pengujian *Output PWM* Pemanas dengan mikrokontroler ESP32

Gambar 5. pengujian *output PWM* pemanas dimana *Heater* digunakan untuk menghasilkan suhu panas pada saat proses pengeringan ikan asin. Besarnya suhu panas tergantung pada nilai PWM sesuai angka set poin yang sudah ditentukan. Selisi nilai *error* pada PWM pemanas dapat dilihat seperti pada perbandingan Matlab saat proses kerja alat berlangsung. Tabel perbandingan pada Matlab.

Tabel 3. Perbandingan *Matlab* Kerja Alat

Suhu	Berat	ESP32 PWM Pemanas	Matlab PWM Pemanas	Selisih	Error
30	1000	255	255	0	0%
45	700	121.25	121	0.25	0.20%
60	400	65	65	0	0%
Rata-rata					0.06%

Pada Tabel 3 merupakan hasil dari perbandingan kerja alat dan matlab dengan rata-rata nilai error 0.06%. Untuk mencari rata-rata error digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{rata-rata error} = \sum \frac{\text{Hasil Penjumlahan Error}}{\text{Banyaknya Data}}$$

$$\text{rata-rata error} = \frac{0+0.20+0}{3} = 0.06$$

Contoh perhitungan *Fuzzy Sugeno* dengan *input* Suhu 60° dan Berat 400 gram, dengan suhu =60° maka termasuk dalam kategori sangat panas, sedangkan berat 400gram termasuk dalam kategori ringan. Untuk perhitungan kategorisasi sangat panas pada *input* Suhu berbentuk trapesium terpotong dimana nilai Suhu =60° berada pada *range* $x > 58,24$ sehingga derajat keanggotaan kategori sangat panas =1. Untuk perhitungan kategori ringan pada *input* Berat berbentuk trapesium terpotong dengan nilai berat =400 gram berada pada *range* $x < 430$ sehingga derajat keanggotaan kategori ringan=1. Nilai derajat keanggotaan pada *input* Suhu:

$$\mu_{\text{kurang panas}} = 0$$

$$\mu_{\text{lumayan panas}} = 0$$

$$\mu_{\text{sangat panas}} = 1$$

Nilai derajat keanggotaan pada *input* berat:

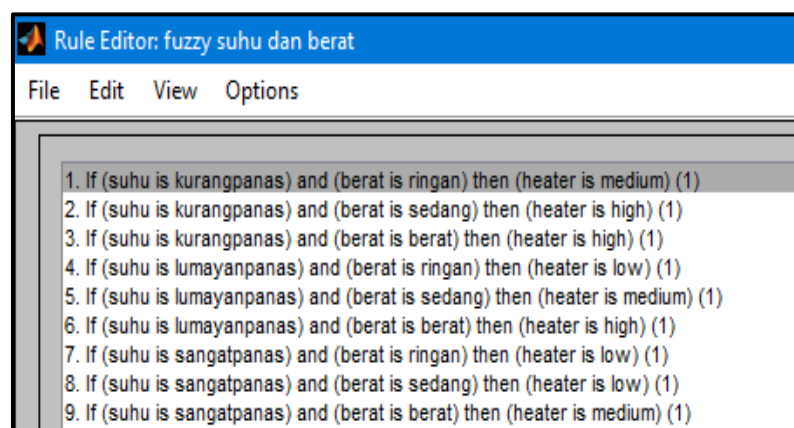
$$\mu_{\text{ringan}} = 1$$

$$\mu_{\text{sedang}} = 0$$

$$\mu_{\text{berat}} = 0$$

Rule Base

Rule Base pada *Fuzzy* yang di rancang dengan *Input* Suhu dan Berat serta *Output* PWM Heater



Gambar 6. Rule Base Fuzzy

Pada setiap *rule* menggunakan fungsi min atau minimal dimana akan memilih nilai terkecil dari setiap *rule* yang telah dibuat.

$$\text{Rule 1} = \min(\mu_{\text{kurangpanas}}, \mu_{\text{ringan}}) = \min(0, 1) = 0$$

$$\text{Rule 2} = \min(\mu_{\text{kurangpanas}}, \mu_{\text{sedang}}) = \min(0, 0) = 0$$

$$\text{Rule 3} = \min(\mu_{\text{kurangpanas}}, \mu_{\text{berat}}) = \min(0, 0) = 0$$

$$\text{Rule 4} = \min(\mu_{\text{lumayanpanas}}, \mu_{\text{ringan}}) = \min(0, 1) = 0$$

$$\text{Rule 5} = \min(\mu_{\text{lumayanpanas}}, \mu_{\text{sedang}}) = \min(0, 0) = 0$$

$$\text{Rule 6} = \min(\mu_{\text{lumayanpanas}}, \mu_{\text{berat}}) = \min(0, 0) = 0$$

$$\text{Rule 7} = \min(\mu_{\text{sangatpanas}}, \mu_{\text{ringan}}) = \min(1, 1) = 1$$

$$\text{Rule 8} = \min(\mu_{\text{sangatpanas}}, \mu_{\text{sedang}}) = \min(1, 0) = 0$$

$$\text{Rule 9} = \min(\mu_{\text{sangatpanas}}, \mu_{\text{berat}}) = \min(1, 0) = 0$$

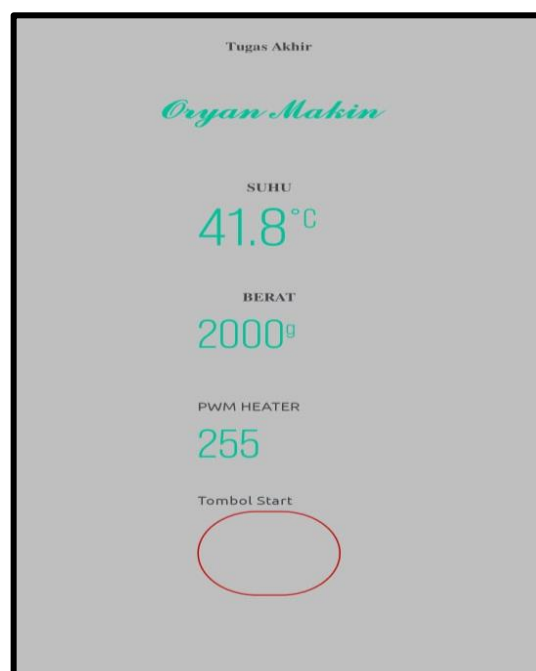
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan uji coba dengan rumus yang telah dihitung didapatkan nilai PWM *heater* sebesar 65 dengan *input* suhu 60 derajat dan *input* berat 400gram. Hasil perancangan alat oven pengering ikan asin otomatis ketika sedang melakukan proses pengeringan ikan dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Tampilan Keseluruhan Alat

Adapun proses monitoring oven pengering ikan asin menggunakan aplikasi blynk yang dijalankan pada smartphone Android dalam memonitoring Suhu dan Berat pada gambar dibawah ini.



Gambar 8. Tampilan pada Blynk

Pada Gambar 8. dapat ditunjukkan tampilan data pada aplikasi *Blynk* berupa Suhu, Berat dan PWM *Heater*. Pengujian pengeringan ikan dilakukan dengan berat ikan sebesar 1000 gram. Adapun hasil pengujian keseluruhan menggunakan ikan.

Tabel 4. Hasil pengeringan ikan

No	Waktu	Suhu	Berat
1	04:00	25°C	1000
2	05:00	63°C	944
3	06:00	65°C	837
4	07:00	65°C	723
5	08:00	67°C	637
6	09:00	65°C	543
7	10:00	67°C	449
8	11:00	65°C	400

Dari Tabel 4 dapat dilihat dari proses pengeringan ikan asin dapat menurunkan berat ikan sampai 400gram dengan suhu pengeringan 65oC yang membutuhkan waktu 8 jam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa pada pengontrolan suhu dan berat oven pengeringan ikan asin menggunakan metode *Fuzzy Sugeno*, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan: Alat yang dibuat dapat mengeringkan ikan asin secara otomatis menggunakan mikrikontroler ESP32 dan SSR sebagai pengendali *Heater* untuk suhu pengeringan bisa mencapai 65° C. Monitoring suhu pengeringan dan berat ikan pada oven pengering ikan asin menggunakan platform IoT *Blynk*, dengan adanya oven pengeringan ikan asin otomatis dapat menghemat waktu hingga 8 jam pada proses pengeringan ikan asin. Implementasi *Fuzzy Logic* pada oven pengering ikan asin menggunakan input sensor *thermocouple* (suhu) dan sensor *load cell* (berat) dengan *output* PWM *Heater* (pemanas) dari pengujian yang telah dilakukan hasil perhitungan yang dikerjakan sistem. alat dibandingkan dengan perhitungan Matlab didapatkan rata-rata error sebesar 0,06%.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa ditarik beberapa saran untuk penelitian selanjutnya Mengimplementasikan metode Fuzzy pada penyemprotan air garam, Penggunaan sensor berat agar bisa lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitriyanti, L. (2021). analisis pendapatan nelayan dengan sistem pengeringan ikan asin lendra sebelum covid-19 di pangandaran, kelurahan pananjung kecamatan pangandaran kabupaten pangandaran. *AGRISIA-Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(1).
- [2] Muhammad Zarkasi, Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T. dan Mindit Eriyadi, S.Pd., M.T, 2021. "Performa Solenoid Pada Valve Alat Pengisian Air Minum Otomatis", *Teknik Elektro, Politeknik Enjinereng Indorama*.
- [3] Fitriyanti, L. (2021). Analisis Pendapatan Nelayan Dengan Sistem Pengeringan Ikan Asin Lendra Sebelum Covid-19 Di Pangandaran, Kelurahan Pananjung Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran. *Agrisia-Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(1).
- [4] Yuliati, S., Kalsum, L., Junaidi, R., Fadarina, H. C., Azizah, R. R. R., Utami, W. A., & Ningrum, G. M. (2020). Rancang bangun tray dryer sistem hybrid (surya-heater) untuk pengeringan ikan asin. *Kinetika*, 11(2), 10-18.
- [5] Lukman, m. F., arifin, s., & islamiyah, m. (2022). Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Asin Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 16(1), 37-44.
- [6] Asin, P. I., & Simbolon, M. I. F. Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Asin Berbasis Internet Of Things (Iot) Terintegrasi Aplikasi Android.
- [7] Cahya, Delila, Eka Mandayatma, and Mila Fauziyah. "Implementasi Metode PI Untuk Pengaturan Suhu Pada Proses Pengeringan Kelopak Bunga Rosella." *Jurnal Elkolind: Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 7.3 (2021): 9-14.

- [8] Darmawan, R., Wiryawan, B., & Wahyuningrum, P. I. (2020). Status Sumberdaya Ikan Ekor Kuning (*Caesio Cuning*) pada Musim Peralihan di Perairan Karimunjawa: Suatu Pendekatan Menggunakan Spawning Potential Ratio. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 4(1), 21-32.
- [9] Gusdi, A. T., & Sipahutar, Y. H. (2021). Penerapan Sanitation Standard Operation Procedures (SSOP) dan Good Manufacturing Practice (GMP) dalam Pengolahan Fillet Ikan Ekor Kuning (*Caesio Cuning*) Beku. *PELAGICUS*, 2(3), 117-126.
- [10] Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2019). Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 3(3), 451-457.
- [11] Yudhanto, A., Sari, A. P., Rachman, N., & Subairi, S. (2020). Implementasi Sensor Thermocouple Berbasis Telemetri Untuk Mengukur Thermal Pembakaran Propelan Roket. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika dan Komputer)*, 2(1), 38-46.
- [12] Mandayatma, E. (2018). Peningkatan Resolusi Sensor Load Cell Pada Timbangan Elektronik. *Jurnal Eltek*, 16(1), 37-50.