

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini akan mencakup penjelasan tentang perancangan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Adapun dalam membangun sebuah sistem dibutuhkan Langkah – langkah progresif agar sistem yang dibuat dapat terstruktur dengan baik. Berikut merupakan langkah perancangan yang dilakukan oleh peneliti

4.1 Analisis Penelitian Terdahulu

Analisis penelitian terdahulu digunakan oleh peneliti untuk menganalisis sistem yang sudah dikembangkan sebelumnya untuk menemukan beberapa aspek seperti kelebihan, kekurangan, serta menentukan perubahan kebutuhan dari sistem terdahulu. Proses analisis penelitian terdahulu dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti studi literatur, pengamatan secara langsung, dan analisis dokumen. Hasil dari analisis ini dapat berupa sebuah kesimpulan dari sistem terdahulu untuk memperbaiki atau pengembangan yang diharapkan dapat menutupi kekurangan dari sistem terdahulu.

Penelitian yang dilakukan oleh Hilman Rafif Ihsan Rahmawan dengan judul “Perancangan Kotak Pengereng Sepatu Otomatis Menggunakan *Positive Temperature Coefficient Heater* Berbasis Mikrokontroler dengan Notifikasi Telegram” dengan memanfaatkan Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali dan NodeMCU 8266 sebagai perantara penyalur data ke *database* dan server. DHT22 kemudian digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan dan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak.

Pengujian dilakukan dengan cara simulasi sepatu yang ditaruh pada wadah kedap udara sehingga sensor akan bekerja untuk membaca suhu dan kelembapan dari wadah tersebut. Data yang didapatkan kemudian akan disimpan dalam *web server* dan ditampilkan kepada pengguna melalui telegram.

Penggunaan *PTC Heater* pada objek sepatu menjadi dasar dari peneliti untuk menggunakan alat tersebut. *PTC Heater* dapat memberikan panas yang merata ketika disandingkan oleh kipas, ini menjadi kombinasi yang efektif dengan mengganti objek penelitian tersebut menjadi ikan teri yang umumnya memiliki

kadar kelembapan yang tinggi pada saat didapat dari laut secara langsung oleh nelayan

4.2 Spesifikasi Kebutuhan Sistem Baru

Sistem pengeringan ikan teri berbasis IOT ini, merupakan sebuah sistem yang dibangun untuk membantu memprediksi waktu proses pengeringan ikan teri yang berjalan secara otomatis dengan dibantu oleh algoritma fuzzy untuk meningkatkan keakuratan jangka waktu pengeringan. Tentunya untuk membangun sistem ini dibutuhkan spesifikasi pendukung utama, yaitu spesifikasi kebutuhan perangkat keras, untuk membantu dalam membangun mikrokontroler dan spesifikasi perangkat lunak yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun spesifikasi ini dapat dijelaskan dalam sub bab dibawah ini.

4.2.1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

● Spesifikasi kebutuhan keras yang digunakan oleh peneliti untuk proses pembuatan alat pengering ikan teri dengan algoritma fuzzy dapat ditunjukkan dalam tabel dibawah ini

Tabel 4. 1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

No	Nama Perangkat	Jumlah	Kebutuhan
1	Arduino Mega 2560	1	Sebagai pusat kontrol pada keseluruhan komponen
2	NodeMCU 8266	1	Untuk Penghubung antara perangkat arduino mega ke dalam server melalui jaringan WI-FI
3	DHT22	1	Membaca kondisi pada wadah untuk mengetahui suhu dan kelembapan sekitar ikan teri
4	Sensor Berat HX711	1	Mengukur Berat pada ikan teri untuk mengetahui berat sebelum dan setelah pengeringan
5	Fan PTC Heater	1	Untuk Membantu proses pengeringan ikan teri dengan pemanas melalui perantara Heater dan disebarkan dengan menggunakan kipas
6	Solid State Relay	1	Untuk kontaktor posisi ON dan OFF yang sesuai dengan kondisi secara otomatis

4.2.2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

Spesifikasi kebutuhan keras yang digunakan oleh peneliti untuk proses pembuatan alat pengering ikan teri dengan algoritma fuzzy yang digunakan pada penelitian ini agar dapat melakukan alur pengiriman data sensor hingga ditampilkan pada telegram dapat ditunjukkan dalam tabel dibawah ini

Tabel 4. 2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

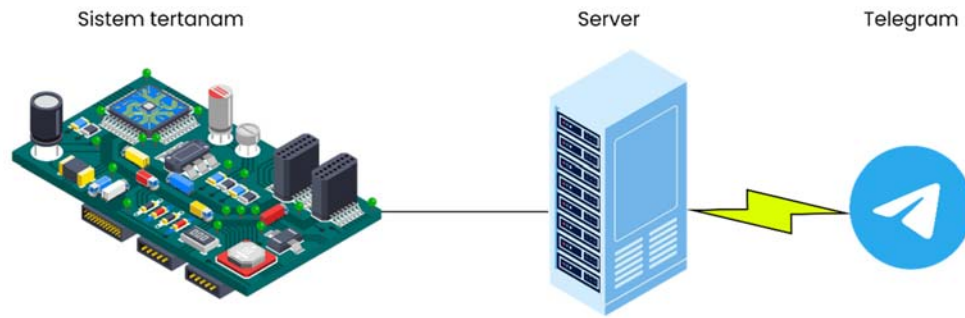
No	Nama Perangkat	Kebutuhan
1	Windows 11	Sebagai sistem operasi yang digunakan pada laptop
2	Arduino IDE	Sebagai perangkat lunak untuk Menyusun kode program pada Arduino mega dan NODEMCU 8266
3	Visual Studio Code	Sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk Menyusun kode program untuk mengolah data dengan fuzzy dan mengirimkan ke telegram
4	Docker	Sebagai platform untuk menjalankan aplikasi pada kontainer sehingga pengaturan lingkungan yang terisolasi dan juga sebagai tempat untuk berjalannya PHPMyAdmin

4.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan langkah - langkah progresif yang dilakukan oleh peneliti untuk menggambarkan secara rinci sistem yang akan dibangun dan bagaimana sistem tersebut akan berjalan. Berikut merupakan alur dari proses pembuatan sistem ini

4.3.1 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang dikembangkan oleh peneliti tercakup dalam Gambar dibawah ini

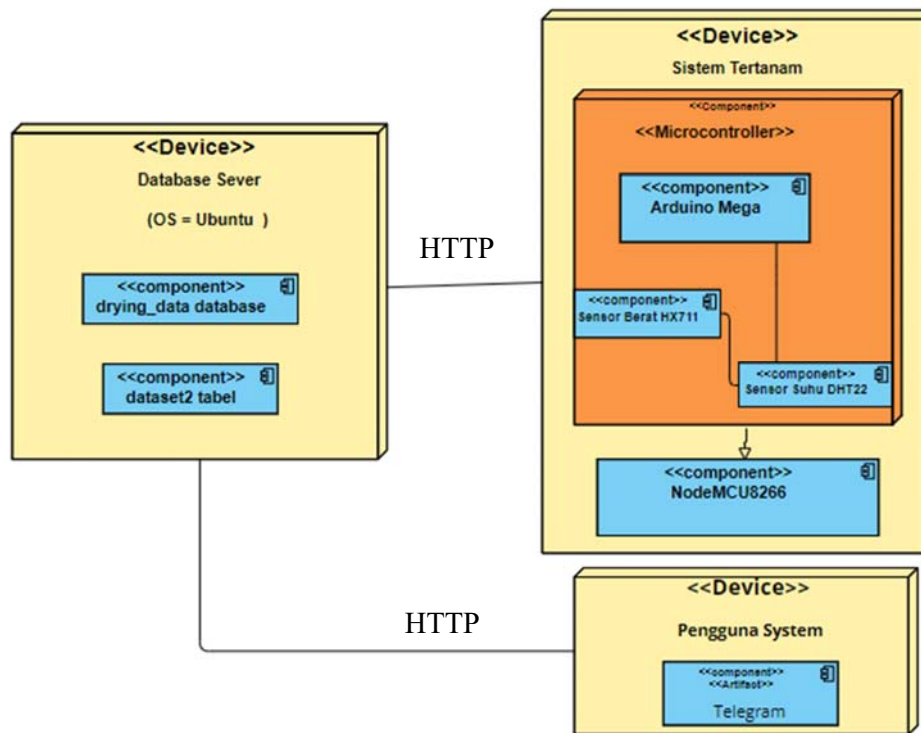


Gambar 4. 1 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dikembangkan untuk mendeskripsikan bentuk dan struktur komponen yang terlibat serta bagaimana antar komponen dapat saling terhubung pada sistem secara garis besar. **Gambar 4.1** tercakup bagaimana sistem pengeringan ikan teri dapat berjalan hingga dapat memberikan notifikasi kepada pengguna. Sistem tertanam akan terdapat beberapa komponen – komponen seperti halnya sensor dan modul yang bertugas untuk mengumpulkan data dari sensor. Data yang sudah dikumpulkan kemudia akan dikirimkan ke dalam server yang bertugas sebagai perantara data untuk diolah dan disimpan sementara. Data yang sudah diolah kemudian akan dikirimkan ke dalam telegram dalam bentuk hasil prediksi

4.3.2 Deployment Diagram

Deployment Diagram ialah pemodelan yang dilakukan untuk sistem yang berbasis perangkat lunak yang terdiri dari Node, Link, Package, Dependency. IoT sistem membutuhkan deployment diagram guna untuk menunjukkan bagaimana sensor dan actuator terhubung ke *IP gateway*, bagaimana *gateway* berinteraksi ke server *back-end* hingga bagaimana data dapat disimpan dalam *database*



Gambar 4. 2 Deployment Diagram

Deployment Diagram yang ditunjukkan pada gambar 4.2 merupakan skenario hubungan antara beberapa komponen yang diwakili sebagai aktor dan pengguna untuk dapat melihat waktu prediksi. Pada deployment diagram di atas menggambarkan arsitektur fisik dari sistem pengering otomatis yang terdiri dari beberapa perangkat dan komponen. Pada *database* Server, yang menggunakan OS Ubuntu, terdapat dua komponen utama yaitu *drying_data database* dan *dataset2 tabel*. Basis data ini menyimpan semua data terkait proses pengeringan, seperti berat bahan, suhu selama pengeringan, dan waktu pengeringan. Dalam sistem pengering, terdapat mikrokontroler Arduino Mega yang mengendalikan dua sensor utama, yakni sensor berat HX711 untuk mengukur berat bahan yang dikeringkan dan sensor suhu DHT22 untuk mengukur suhu lingkungan atau bahan tersebut. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini diproses oleh Arduino Mega dan kemudian dikirimkan ke NodeMCU8266, modul mikrokontroler dengan konektivitas WiFi yang mengirim data ke server basis data melalui jaringan internet. Sistem pengguna menggunakan Telegram sebagai platform komunikasi. Telegram berfungsi untuk mengirim dan menerima notifikasi atau peringatan dari

sistem pengering, seperti pemberitahuan ketika proses pengeringan selesai dengan alur dimulai dari pengumpulan data oleh sensor-sensor, pengiriman data melalui NodeMCU8266 ke *Database* Server, hingga interaksi pengguna melalui Telegram.

4.3.3 Diagram Alir Sistem

Diagram Alir sistem yang dikembangkan oleh peneliti tercakup dalam Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Diagram Alir Sistem

Berdasarkan gambar diatas saat sistem dihidupkan maka sensor berat akan aktif untuk membaca berat dari ikan teri yang berada di wadah dan sensor DHT22 akan membaca suhu dan kelembapan. Jika berat tersebut sesuai dengan beban maksimal yang dapat ditampung yaitu $0 < x < 300$ maka arduino akan memberi perintah ke sensor DHT22 untuk membaca suhu dan relay untuk mengubah kontaktor menjadi ON sehingga kipas dan *heater* akan menyala, relay akan terus menyala hingga suhu 80°C , ketika suhu sudah mencapai batas yang sudah ditentukan maka relay akan dalam kondisi OFF dan jika tidak ada beban maka relay akan tetap berada dalam kondisi OFF. Hasil pembacaan dari sensor tersebut kemudian akan dikirim ke dalam server untuk diproses dalam algoritma fuzzy yang akan memberikan preprosesing data sehingga akan memberikan notifikasi kepada pengguna terkait prediksi jangka waktu pengeringan.

4.3.6 Perancangan Pin Sistem

Skema perancangan pin digunakan oleh peneliti guna untuk mengetahui hubungan antara mikrokontroler dengan sensor – sensor yang akan dirancang kedalam sistem IOT lebih detail. Tabel 4.3 dan tabel 4.4 merupakan skema perancangan pin sistem yang digunakan oleh peneliti.

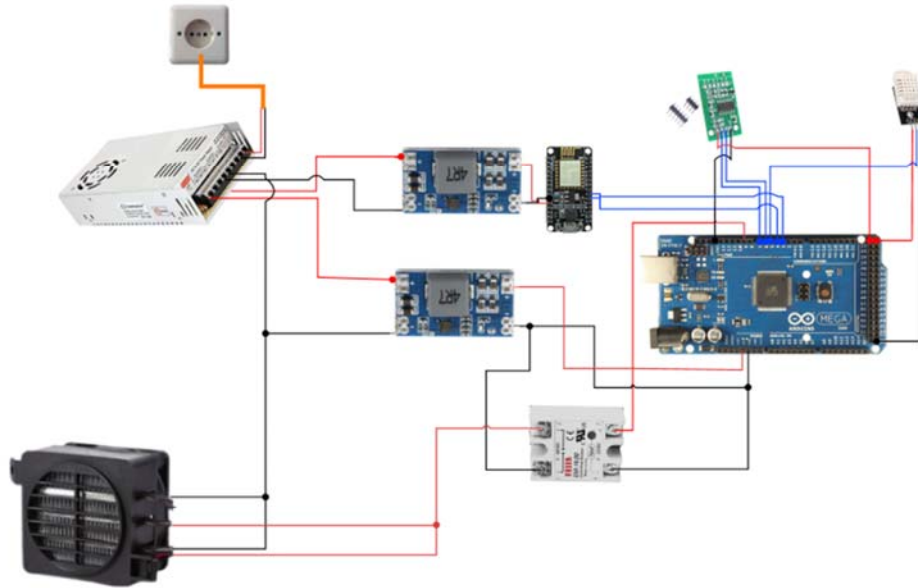
Tabel 4. 3 Rancangan Pin Arduino Mega

No.	Pin Arduino Mega	Kebutuhan
1.	3	Pin RX Arduino Mega
2.	4	Pin TX Arduino Mega
3	5	Pin Out/data DHT 22
4	6	Pin DOUT HX711 Sensor Berat
5	7	Pin SCK HX711 Sensor Berat
6	9	Pin Data <i>Solid State Relay</i>

Tabel 4. 4 Rancangan Pin NodeMCU

No.	Pin NodeMCU	Kebutuhan
1.	D6	Pin RX NodeMCU
2.	D7	Pin TX NodeMCU

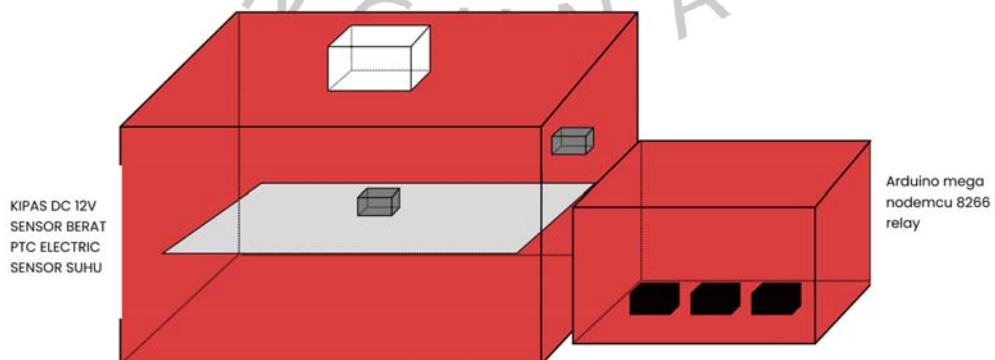
4.3.7 Perancangan Rangkaian IoT



Gambar 4. 4 Perancangan Rangkaian IoT

Skema perancangan skema elektronika yang ada pada gambar 4.4 diatas merupakan penjabaran dari hubungan antara arduino mega sebagai pusat mikrokontroler dengan nodemcu8266 sebagai penyalur data kedalam server dan sebagai alat untuk mengembangkan IOT terhadap beberapa komponen utama yang terdiri dari relay, DHT22, sensor berat HX711

4.3.8 Rancangan Fisik Sistem



Gambar 4. 5 Rancangan Fisik Sistem

Rancangan fisik digunakan untuk dapat menempatkan komponen utama pada sistem ini. Gambar 4.5 merupakan perancangan fisik dari sistem cerdas pengering ikan teri dengan algoritma fuzzy ini, diantaranya menggunakan sebuah oven tangkir yang didalamnya terdapat wadah yang menampung sensor berat yang digunakan untuk menimbang ikan teri dan terdapat sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sedangkan untuk mikrokontroller dan beberapa komponen sistem yang rawan apabila terkena suhu panas akan diletakkan pada bagian luar oven yang dibungkus oleh akrilik. adapun pada bagian atas oven digunakan sebagai tempat kipas ptc *heater* untuk membantu proses pengeringan ikan teri.

4.3.9 Perancangan Basis data

Menciptakan sebuah hubungan antar data yang berkolerasi diperlukan sebuah perancangan basis data yang baik. Perancangan basis data bertujuan untuk menyimpan data pendukung yang didapatkan untuk menjaga proses operasional sistem.

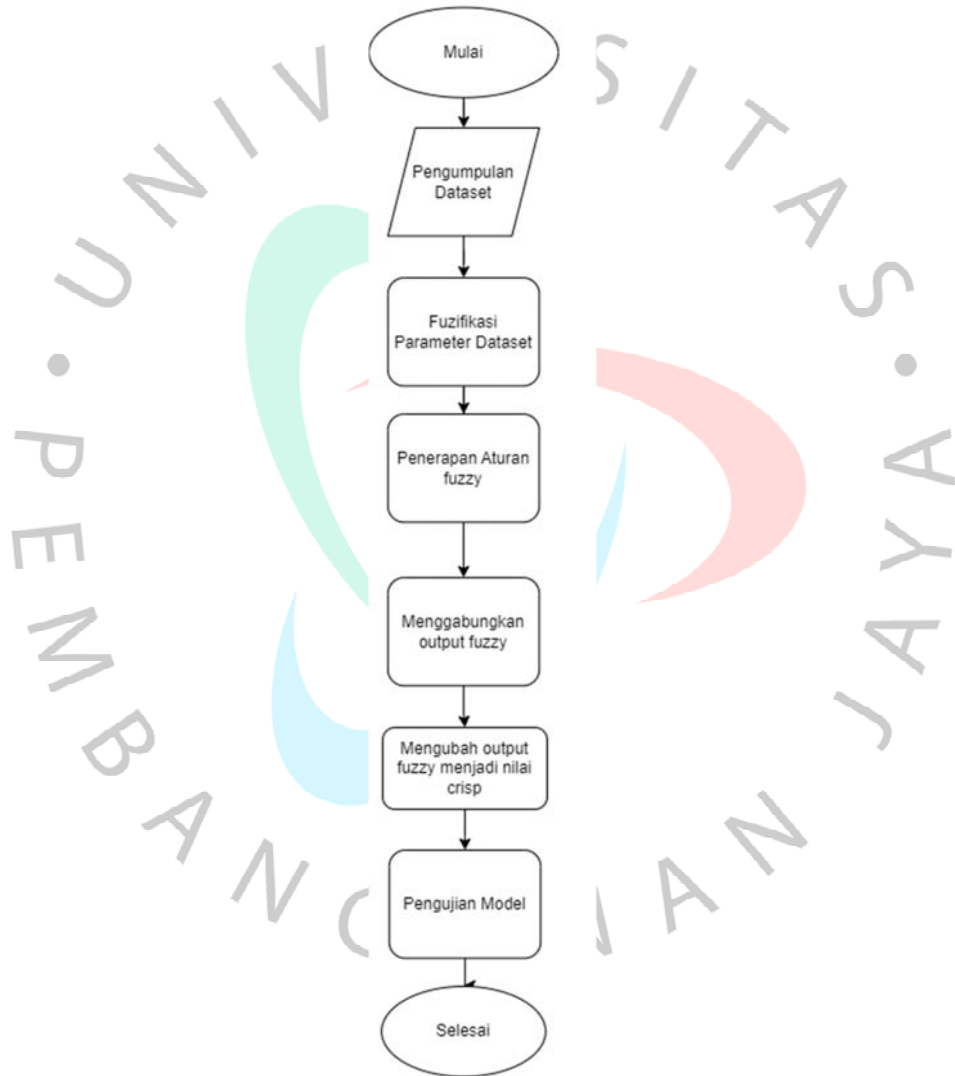
Tabel 4. 5 Tabel Perancangan Basis Data

No	Field	Type	Length	Keterangan
1	ID(PK)	INT		ID data input nodemcu
2	Suhu	FLOAT		Data Nilai Suhu
3	Kelembapan	FLOAT		Data Nilai Kelembapan
4	Berat	FLOAT		Data Nilai Berat
5	Waktu_pengeringan	INT	11	Data hasil prediksi waktu_pengeringan

Peneliti membuat basis data yang terdiri dari empat kolom yang mempunyai fungsi untuk menyimpan data tertentu. Kolom suhu dan kelembapan merupakan kolom yang digunakan untuk menyimpan data yang didapatkan dari sensor DHT22. Kolom berat digunakan untuk menampung nilai yang didapat dari sensor berat HX711. Sedangkan untuk waktu_pengeringan digunakan untuk mengetahui data waktu_pengeringan setelah variabel suhu, kelembapan, dan berat masuk ke dalam proses algortima.

4.4 Perancangan Algoritma Fuzzy

Tahap perancangan algoritma fuzzy digunakan guna untuk memvalidasi data prediksi waktu pengeringan dengan parameter yaitu suhu, kelembapan, dan berat. Untuk proses validasi parameter hingga menjadi sebuah luaran dibutuhkan beberapa tahap. Adapun tahapan penggunaan algoritma fuzzy terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 6 Diagram Alir Fuzzy

4.4.1 Pengumpulan Dataset

Pengumpulan dataset ialah tahapan utama pada pembangunan sistem ini dengan menggunakan algoritma fuzzy. Dataset yang dikumpulkan oleh peneliti

berupa suhu dalam °C dan berat dalam satuan gram. Seluruh data tersebut didapatkan dengan melalui hasil pembacaan dari sensor suhu dan sensor berat yang dikirimkan melalui NodeMCU8266 kedalam weberver sebanyak 400 data.

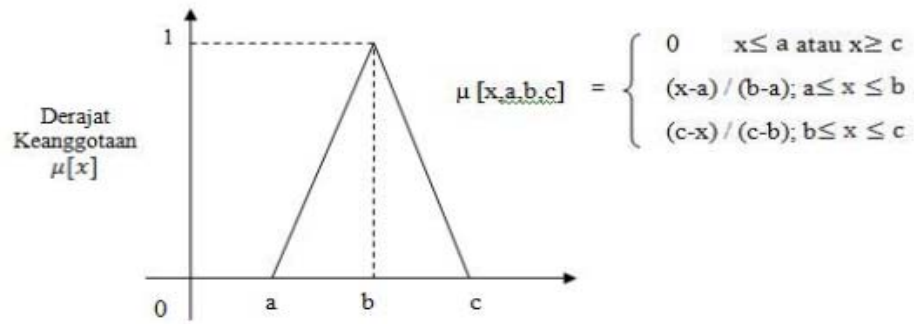
Tabel 4. 6 Contoh dataset parameter prediksi

No.	Suhu	Kelembapan	Berat	Waktu Pengeringan
1.	24.8	61.8	86.72	263
2.	61.8	8.3	13.88	55

Tabel 4.6 mencakup penjabaran data yang didapat dari dari pembacaan sensor yang dilakukan oleh peneliti. Baris pertama merupakan contoh pembacaan sensor dengan suhu 24.8°C dengan kelembapan 61,8 dan berat 86.72g memiliki waktu pengeringan 263. Suhu 24.8°C akan dimasukkan ke dalam fungsi keanggotaan fuzzy dengan label LOW sedangkan suhu 61.8 akan masuk ke dalam label HIGH dan waktu pengeringan 263 masuk kedalam VERY_LONG. Baris kedua merupakan contoh pembacaan sensor dengan suhu 61.8°C dengan kelembapan 8.3 dan berat 13.88g memiliki waktu pengeringan 55. Suhu 61.8°C akan dimasukkan ke dalam fungsi keanggotaan fuzzy dengan label VERY_HIGH sedangkan kelembapan 8.3 akan masuk ke dalam label VERY_LOW dan waktu pengeringan 55 masuk kedalam SHORT.

4.4.2 Fuzifikasi Parameter

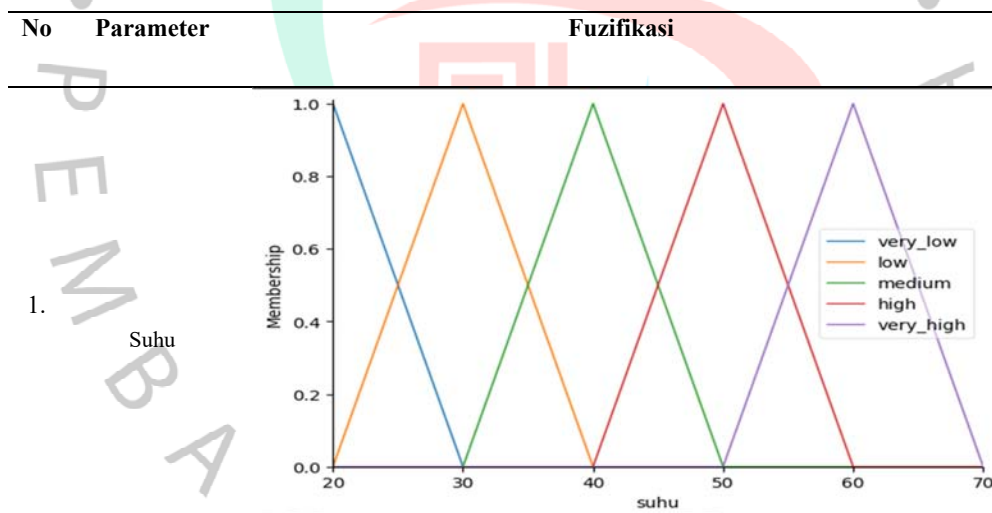
Penentuan derajat keanggotaan dari sebuah nilai fuzzy menjadi nilai numerik dapat dilakukan dengan menentukan jenis fungsi keanggotaan yang salah satu caranya dengan menggunakan trimf atau segitiga. Fungsi trimf menggunakan 3 titik control yaitu a,b, dan c. Fungsi ini akan membentuk bangun segitiga dengan nilai keanggotaan yang dapat dihitung pada gambar dibawah ini.



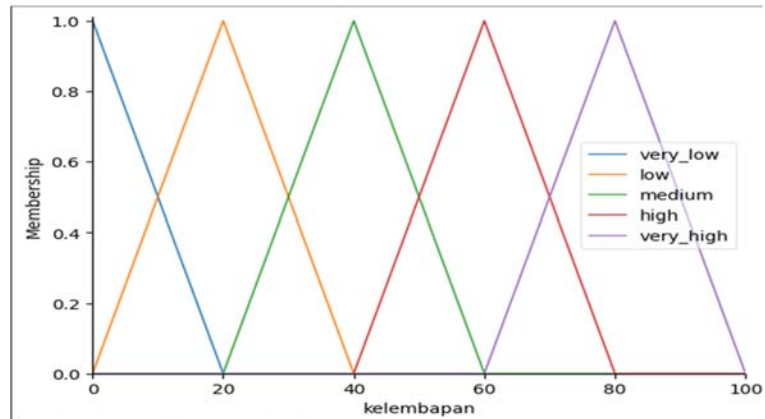
Gambar 4. 7 Fungsi Keanggotaan TRIMF

Pada sistem pengeringan ikan teri akan menggunakan 3 variabel input yang akan menghasilkan variable output berupa waktu_pengeringan. Fuzifikasi pada input sistem disajikan dalam tabel dibawah ini

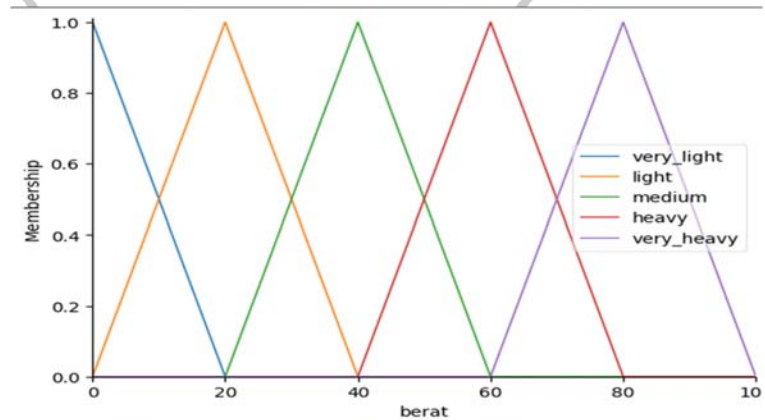
Tabel 4. 7 Fuzifikasi Parameter



2. Kelembapan



3. Berat



Fuzifikasi pada tabel 4.7 diatas merupakan fuzifikasi dari tiap parameter. Fuzifikasi parameter digunakan sebagai proses pengubahan *crisp input* menjadi nilai – nilai fuzzy yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan – himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaannya masing – masing. Parameter *crisp input* yang digunakan oleh peneliti berjumlah lima dengan masing – masing memiliki lima buah *membership function*. Parameter fuzifikasi tersebut disajikan dalam bentuk tabel dibawah ini.

4.4.3 Rules Fuzzy

Aturan sistem yang dikembangkan oleh peneliti digunakan untuk mendefinisikan hubungan input dengan output. Penerapan aturan penelitian yang dilakukan untuk sistem yang dikembangkan oleh peneliti dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 4. 8 Sample Rules Penelitian

Rule	Variabel						Hasil (Waktu Pengerinan)	
		Suhu		Kelembapan		Berat		
R01	IF	Very High	IF	Very Low	IF	Very Light	THEN	very very short
R02	IF	Very High	IF	Very Low	IF	Light	THEN	very short
R03	IF	Very High	IF	Very Low	IF	Medium	THEN	Short
R04	IF	Very High	IF	Very Low	IF	Heavy	THEN	Medium
R05	IF	Very High	IF	Very Low	IF	Very Heavy	THEN	Long
R06	IF	Very High	IF	Low	IF	Very Light	THEN	Very very short
R07	IF	Very High	IF	Low	IF	Light	THEN	Short
R08	IF	Very High	IF	Low	IF	Medium	THEN	Short
R09	IF	Very High	IF	Low	IF	Heavy	THEN	Medium
R10	IF	Very High	IF	Low	IF	Very Heavy	THEN	Long
R11	IF	Very High	IF	Medium	IF	Very Light	THEN	short
R12	IF	Very High	IF	Medium	IF	Light	THEN	Medium
R13	IF	Very High	IF	Medium	IF	Medium	THEN	Long
R14	IF	Very High	IF	Medium	IF	Heavy	THEN	Long
R15	IF	Very High	IF	Medium	IF	Very Heavy	THEN	Very Long
R16	IF	Very High	IF	High	IF	Very Light	THEN	Very very short
R17	IF	Very High	IF	High	IF	Light	THEN	Very Short
R18	IF	Very High	IF	High	IF	Medium	THEN	Short
R19	IF	Very High	IF	High	IF	Heavy	THEN	Medium
R20	IF	Very High	IF	High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R21	IF	Very High	IF	Very High	IF	Very Light	THEN	very short
R22	IF	Very High	IF	Very High	IF	Light	THEN	very short
R23	IF	Very High	IF	Very High	IF	Medium	THEN	medium
R24	IF	Very High	IF	Very High	IF	Heavy	THEN	Long
R25	IF	Very High	IF	Very High	IF	Very Heavy	THEN	Very long
R26	IF	High	IF	Very Low	IF	Very Light	THEN	Very very short
R27	IF	High	IF	Very Low	IF	Light	THEN	very short
R28	IF	High	IF	Very Low	IF	Medium	THEN	short
R29	IF	High	IF	Very Low	IF	Heavy	THEN	Medium
R30	IF	High	IF	Very Low	IF	Very Heavy	THEN	Medium
R31	IF	High	IF	Low	IF	Very Light	THEN	very very short
R32	IF	High	IF	Low	IF	Light	THEN	very short
R33	IF	High	IF	Low	IF	Medium	THEN	Medium
R34	IF	High	IF	Low	IF	Heavy	THEN	Long
R35	IF	High	IF	Low	IF	Very Heavy	THEN	very long
R36	IF	High	IF	Medium	IF	Very Light	THEN	Short
R37	IF	High	IF	Medium	IF	Light	THEN	Short
R38	IF	High	IF	Medium	IF	Medium	THEN	Medium
R39	IF	High	IF	Medium	IF	Heavy	THEN	Long
R40	IF	High	IF	Medium	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R41	IF	High	IF	High	IF	Very Light	THEN	very short
R42	IF	High	IF	High	IF	Light	THEN	Medium
R43	IF	High	IF	High	IF	Medium	THEN	Long
R44	IF	High	IF	High	IF	Heavy	THEN	very long
R45	IF	High	IF	High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R46	IF	High	IF	Very High	IF	Very Light	THEN	Short
R47	IF	High	IF	Very High	IF	Light	THEN	Medium
R48	IF	High	IF	Very High	IF	Medium	THEN	Long
R49	IF	High	IF	Very High	IF	Heavy	THEN	Long
R50	IF	High	IF	Very High	IF	Very Heavy	THEN	Very Long
R51	IF	Medium	IF	Very_Low	IF	Very_Light	THEN	very_very_short

Rule	Variabel						Hasil (Waktu Pengerangan)	
		Suhu		Kelembapan		Berat		
R52	IF	Medium	IF	Very Low	IF	Light	THEN	very short
R53	IF	Medium	IF	Very Low	IF	Medium	THEN	Short
R54	IF	Medium	IF	Very Low	IF	Heavy	THEN	Medium
R55	IF	Medium	IF	Very Low	IF	Very Heavy	THEN	very long
R56	IF	Medium	IF	Low	IF	Very Light	THEN	very short
R57	IF	Medium	IF	Low	IF	Light	THEN	Short
R58	IF	Medium	IF	Low	IF	Medium	THEN	Long
R59	IF	Medium	IF	Low	IF	Heavy	THEN	Very Long
R60	IF	Medium	IF	Low	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R61	IF	Medium	IF	Medium	IF	Very Light	THEN	Short
R62	IF	Medium	IF	Medium	IF	Light	THEN	Short
R63	IF	Medium	IF	Medium	IF	Medium	THEN	Long
R64	IF	Medium	IF	Medium	IF	Heavy	THEN	Very Long
R65	IF	Medium	IF	Medium	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R66	IF	Medium	IF	High	IF	Very Light	THEN	very short
R67	IF	Medium	IF	High	IF	Light	THEN	Short
R68	IF	Medium	IF	High	IF	Medium	THEN	Long
R69	IF	Medium	IF	High	IF	Heavy	THEN	Very Long
R70	IF	Medium	IF	High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R71	IF	Medium	IF	Very High	IF	Very Light	THEN	Short
R72	IF	Medium	IF	Very High	IF	Light	THEN	Medium
R73	IF	Medium	IF	Very High	IF	Medium	THEN	long
R74	IF	Medium	IF	Very High	IF	Heavy	THEN	Very long
R75	IF	Medium	IF	Very High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R76	IF	Low	IF	Very Low	IF	Very Light	THEN	very very short
R77	IF	Low	IF	Very Low	IF	Light	THEN	very short
R78	IF	Low	IF	Very Low	IF	Medium	THEN	Short
R79	IF	Low	IF	Very Low	IF	Heavy	THEN	Long
R80	IF	Low	IF	Very Low	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R81	IF	Low	IF	Low	IF	Very Light	THEN	very very short
R82	IF	Low	IF	Low	IF	Light	THEN	very short
R83	IF	Low	IF	Low	IF	Medium	THEN	Short
R84	IF	Low	IF	Low	IF	Heavy	THEN	Medium
R85	IF	Low	IF	Low	IF	Very Heavy	THEN	very long
R86	IF	Low	IF	Medium	IF	Very Light	THEN	very short
R87	IF	Low	IF	Medium	IF	Light	THEN	Long
R88	IF	Low	IF	Medium	IF	Medium	THEN	Long
R89	IF	Low	IF	Medium	IF	Heavy	THEN	Very Long
R90	IF	Low	IF	Medium	IF	Very Heavy	THEN	Very Long
R91	IF	Low	IF	High	IF	Very Light	THEN	Short
R92	IF	Low	IF	High	IF	Light	THEN	Medium
R93	IF	Low	IF	High	IF	Medium	THEN	Long
R94	IF	Low	IF	High	IF	Heavy	THEN	Very long
R95	IF	Low	IF	High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R96	IF	Low	IF	Very High	IF	Very Light	THEN	Short
R97	IF	Low	IF	Very High	IF	Light	THEN	Medium
R98	IF	Low	IF	Very High	IF	Medium	THEN	Long
R99	IF	Low	IF	Very High	IF	Heavy	THEN	Very long
R100	IF	Low	IF	Very High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R101	IF	Very Low	IF	Very Low	IF	Very Light	THEN	Very very short
R102	IF	Very Low	IF	Very Low	IF	Light	THEN	Very short
R103	IF	Very Low	IF	Very Low	IF	Medium	THEN	Medium
R104	IF	Very Low	IF	Very Low	IF	Heavy	THEN	Very long

Rule	Variabel						Hasil (Waktu Pengerangan)	
		Suhu		Kelembapan		Berat		
R105	IF	Very Low	IF	Very Low	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R106	IF	Very Low	IF	Low	IF	Very Light	THEN	Very very short
R107	IF	Very Low	IF	Low	IF	Light	THEN	Very short
R108	IF	Very Low	IF	Low	IF	Medium	THEN	Medium
R109	IF	Very Low	IF	Low	IF	Heavy	THEN	Very long
R110	IF	Very Low	IF	Low	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R111	IF	Very Low	IF	Medium	IF	Very Light	THEN	Short
R112	IF	Very Low	IF	Medium	IF	Light	THEN	Short
R113	IF	Very Low	IF	Medium	IF	Medium	THEN	Medium
R114	IF	Very Low	IF	Medium	IF	Heavy	THEN	Long
R115	IF	Very Low	IF	Medium	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R116	IF	Very Low	IF	High	IF	Very Light	THEN	Short
R117	IF	Very Low	IF	High	IF	Light	THEN	Short
R118	IF	Very Low	IF	High	IF	Medium	THEN	Medium
R119	IF	Very Low	IF	High	IF	Heavy	THEN	Long
R120	IF	Very Low	IF	High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long
R121	IF	Very Low	IF	Very High	IF	Very Light	THEN	Short
R122	IF	Very Low	IF	Very High	IF	Light	THEN	Medium
R123	IF	Very Low	IF	Very High	IF	Medium	THEN	Long
R124	IF	Very Low	IF	Very High	IF	Heavy	THEN	Very long
R125	IF	Very Low	IF	Very High	IF	Very Heavy	THEN	Very very long

Aturan tabel pada tabel 4.8 dibentuk dari pernyataan “Jika-Maka” hal ini akan membentuk sebuah luaran yang akan memengaruhi hasil dari output fuzzy. Input suhu, kelembapan, dan berat didapat dari perubahan pada keanggotaan fuzzy menjadi sebuah nilai fuzzy yang nantinya akan membentuk sebuah nilai luaran yang sesuai pada luaran aturan fuzzy.

4.4.4 Inferensi Fuzzy

Proses inferensi fuzzy bertujuan untuk menentukan kontribusi relatif dari setiap aturan fuzzy terhadap variabel output. Dalam penelitian ini digunakan metode inferensi Mamdani. Rumus inferensi Mamdani terdapat dibawah ini.

$$y = \frac{\sum_i xA_i(x) \cdot w_i}{\sum_i xA_i(x)}$$

4.4.4 Defuzzifikasi

Membandingkan proses input dengan nilai hasil berbentuk Crisp Output berlangsung pada tahap defuzzifikasi. Tahap defuzzifikasi dalam logika fuzzy digunakan untuk menghasilkan luaran yang sama dengan aplikasi pada dunia nyata

dari himpunan fuzzy yang mewakili kesimpulan logika fuzzy. Rumus pada defuzzifikasi dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

$$\frac{\int_{-x}^x z\mu_c(z)dz}{\int_{-x}^x \mu_c(z)dz}$$

$$\int_{-x}^x z\mu_c(z)dz = \text{Momen}$$

$$\int_{-x}^x \mu_c(z)dz = \text{Luas Daerah}$$

Penelitian ini menggunakan jenis metode defuzzifikasi yaitu centroid, yang menghitung nilai dari bawah kurva keanggotaan fuzzy hingga ke puncak kurva. Nilai yang didapat akan mewakili output berdasarkan distribusi keanggotaan fuzzy secara keseluruhan.

4.5 Perancangan Pengujian

Perancangan Pengujian ialah metode yang digunakan guna untuk menguji rencana metode yang akan digunakan pada sistem. Rencana pengujian yang akan digunakan pada penelitian ini ialah *Black Box*, *White Box*, dan Performa

4.5.1 Perancangan Pengujian *Black Box*

Pengujian *Black Box* digunakan untuk menguji dan mengevaluasi hasil kinerja dan fungsionalitas sistem setelah masuk ke dalam proses produksi lebih lanjut dan pengujian prototipe digunakan untuk melihat kekurangan dari hasil desain prototipe apakah sudah efektif atau belum. Selain itu, pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan masukan agar sistem yang dikembangkan dapat berjalan lebih maksimal. Tabel pengujian prototipe yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4. 9 Perancangan Pengujian BlackBox

Pengujian Black Box Ke-1	
Skenario Pengujian	Sensor Berat dapat mengukur berat <75.10gr
Hasil yang diharapkan	Sensor DHT22 tidak akan mendeteksi suhu dan kelembapan serta relay tidak akan menyala
Hasil Pengujian: -	
Pengujian Black Box Ke-2	
Skenario Pengujian	Sensor Berat dapat mengukur berat >75.10gr dan DHT22 dapat mengukur suhu $20 > x \leq 80$ dan kelembapan
Hasil yang diharapkan	Relay akan aktif sehingga PTC heater akan aktif
Hasil Pengujian: -	
Pengujian Black Box Ke-3	
Skenario Pengujian	Sensor DHT22 dan Sensor Berat akan tetap mendapatkan data ketika suhu >60
Hasil yang diharapkan	DHT22 dan sensor berat akan tetap mendapatkan data ketika berada di suhu > 60 dan dikirimkan ke dalam web server
Hasil Pengujian: -	
Pengujian Black Box Ke-4	
Skenario Pengujian	Rangkaian dihidupkan.
Hasil yang diharapkan	Arduino Mega akan mengirimkan data ke nodemcu dan nodemcu akan mengirimkan data ke dalam web server

Hasil Pengujian:

-

4.5.2 Perancangan Pengujian *White Box*

Pengujian *White Box* digunakan untuk menguji dan mengevaluasi struktur logika kode sudah tepat atau belum. Detail rancangan pengujian disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Perancangan Pengujian *White Box*

Pengujian *Black Box* Ke-1

Skenario Pengujian	Mampu mengambil data data dari basis data
Kode Sumber	<pre>def fetch_data(): try: conn = pymysql.connect(**db_config) query = "SELECT id, suhu, kelembapan, waktu_pengeringan, berat FROM dataset2" data = pd.read_sql(query, conn) print("berhasil mengambil data dari database") conn.close() return data except pymysql.Error as e: print(f"Kesalahan saat mengambil data dari database: {e}") return pd.DataFrame()</pre>

Hasil Pengujian:

-

Pengujian *White Box* Ke-2

Skenario Pengujian	Mampu mendapatkan hasil prediksi waktu pengeringan berdasarkan data baru yang diterima
Kode Sumber	<pre>def predict_with_fuzzy(simu, suhu, kelembapan, berat): simu.input['suhu'] = suhu simu.input['kelembapan'] = kelembapan simu.input['berat'] = berat simu.compute() predicted_time = int(round(simu.output['waktu_pengeringan'])) return predicted_time</pre>

Hasil Pengujian:

-

Pengujian Black Box Ke-3

Skenario Pengujian	Mampu memperbarui data berdasarkan id setelah masuk ke dalam algoritma fuzzy
Kode Sumber	<pre>def update_predicted_time(record_id, predicted_time): try: predicted_time = int(predicted_time) conn = pymysql.connect(**db_config) print("Berhasil Melakukan Update pada Database") query = "UPDATE dataset2 SET waktu_pengeringan = %s WHERE id = %s" with conn.cursor() as cursor: cursor.execute(query, (predicted_time, record_id)) conn.commit() conn.close() except pymysql.Error as e: print(f"Kesalahan saat memperbarui database: {e}")</pre>

Hasil Pengujian:

-

Pengujian Black Box Ke-4

Skenario Pengujian	Mengeluarkan Notifikasi waktu pengeringan via telegram
Kode Sumber	<pre>def send_telegram_message(token, chat_id, message): bot = telegram.Bot(token=token) try: bot.send_message(chat_id=chat_id, text=message, timeout=20) except telegram.TelegramError as e: print(f"Kesalahan saat mengirim pesan: {e}")</pre>

Hasil Pengujian:

-

4.5.3 Perancangan Pengujian Performa

Pengujian regresi digunakan guna untuk mengetahui Tingkat akurasi dari hasil prediksi dengan data aktual yang ada pada *database*. Pengukuran dengan menggunakan regresi ini menggunakan *Mean Absolute Error (MAE)* dan *Root*

Mean Squared Error (RMSE) dengan rentan >0-100. Semakin data tersebut mendekati 0 maka hasil prediksi dari algoritma akan semakin baik. MAE memberikan performance dari satu data dengan data absolut yang ada pada *database*. Sedangkan RMSE merupakan hasil perhitungan rata – rata dari akar kuadrat antara nilai prediksi MAE.

Tabel 4. 11 Perancangan Pengujian Performa

No.	Metode	Pengukuran Performance	Perhitungan	Hasil yang diharapkan
1.	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	Akurasi	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i' - y_i $	0% – 10%
2.	<i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE)	Akurasi Rata - rata	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i' - y_i)^2}$	0% - 10%

