Sistem Kontrol Alat Pengukur Berbasis IoT Menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* Dipeternakan Ayam Broiler Desa Tonsea Lama

Andrianto Bala[1], Cindy P.C Munaiseche[2], Kristofel Santa[3]

Program Studi Teknik Informatika UNIMA
Email: andribala031@gmail.com

***Abstract*—The Internet of Things (IoT) has a way of working, namely, using an argument from programming language algorithms that have been made and well structured. Each argument that has been formed will display an interaction that will make the tool move according to the inputted argument, so that the tool no longer needs assistance from humans and how to operate automatically or use the internet network for remote control. The implementation of IoT (Internet of Things) tools can also be carried out in the livestock sector, especially chicken farming, to control the situation in chickens in the form of: ammonia gas levels, water pH, temperature and humidity. In this study using the Fuzzy Tsukamoto logic algorithm method which is implemented on the IoT device to be made, the use of the Fuzzy Tsukamoto logic algorithm is very suitable for applying reasoning and the many rules that often change on the variables above.**

***Keywords— Internet of Things (IoT), Tsukamoto Fuzzy Logic*, Variables, Ammonia Gas Levels, Water pH, Temperature and Humidity.**

***Abstrak*—Internet of Things (IoT) memiliki cara kerja yaitu, dimana menggunakan sebuah argumentasi dari algoritama bahasah programan yang telah dibuat dan tersusun dengan baik. Setiap argumen yang telah terbentuk akan menampilkan sebuah interaksi yang akan membuat alat tersebut dapat bergerak yang sesuai dengan argumen yang telah diinput, sehingga alat tersebut tidak perlu lagi membutuhkan bantuan dari manusia dan cara pengeoperasiannya secara otomatis atau menggunakan jaringan internet untuk kontrol jarak jauh. Implementasi alat IoT (Internet of Things) juga dapat dilakukan pada bidang peternakan lebih khususnya peternakan ayam, untuk mengontrol situasi dalam ayam berupa : kadar gas amonia, pH air, suhu dan kelembaban. Dalam penelitian ini menggunakan metode algoritama *logika Fuzzy Tsukamoto* yang diimplementasikan pada alat IoT yang akan dibuat, penggunaan algoritma *logika Fuzzy Tsukamoto* sangat cocok untuk mengaplikasikan penalaran dan banyaknya aturan – aturan yang sering berubah pada variabel diatas.**

***Kata Kunci— Internet of Things (IoT), Logika Fuzzy Tsukamoto,* Variabel, Kadar gas amonia, Amonia, Suhu dan Kelembaban.**

I. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah istilah yang belakangan ini mulai ramai ditemui namun masih sedikit yang mengerti arti dari istilah ini. . Secara umum Internet of Things dapat diartikan sebagai benda-benda di sekitar kita yang dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui jaringan internet [1].

Internet of Things (IoT) memiliki cara kerja, yaitu dimana menggunakan sebuah argumentasi dari algoritma bahasah programan yang telah dibuat dan tersusun dengan baik. Setiap argumen yang telah terbentuk akan menampilkan sebuah interaksi yang akan membuat alat tersebut dapat bergerak yang sesuai dengan argumen yang telah diinput, sehinggat alat tersebut tidak perlu lagi membutuhkan bantuan dari manusia dan cara pengeoperasiannya secara otomatis atau menggunakan jaringan internet untuk kontrol jarak jauh.

Implementasi alat IoT (*Internet of Things*) juga dapat dilakukan pada bidang peternakan lebih khususnya peternakan ayam. Kegiatan usaha yang banyak dilakukan dalam subsektor peternakan adalah usaha agribisnis ayam ras pedaging. Ayam pedaging disebut juga ayam broiler merupakan salah satu komoditi peternakan yang cukup menjanjikan karena produksinya yang cukup cepat untuk kebutuhan pasar dibandingkan dengan produk ternak lainnya (effendy). Kualitas udara yang dibutuhkan oleh ternak unggas adalah kadar oksigen (>19,6%), karbondioksida (<0,35%), karbonmonoksida (<10 ppm), amonia (<10 ppm), dan rekomendasi kelembaban udara 65-75% [2].

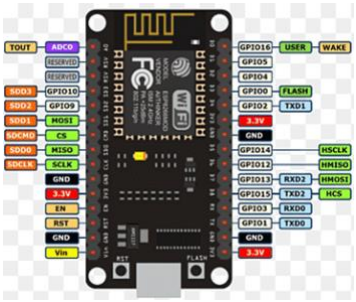
Untuk menentukan kualitas udara tersebut, maka di gunakan metode *logika fuzzy tsukamoto*. Penggunaan algoritma ini dikarenakan suhu, populasi dan umur yang merupakan unsur utama dalam sistem ini selalu berubah, akibat dari hal tersebut menimbulkan banyaknya aturan-aturan sehingga diperlukanlah Model inferensi fuzzy Tsukamoto untuk menghitung rata – rata (Average) [3].

Berdasarkan latar belakang tersebut maka judul penelitian yang diambil oleh peneliti yaitu “Sistem Kontrol Alat Pengukur Berbasis IoT Menggunakan Fuzyy Tsukamoto Dipeternakan Ayam Broiler Desa Tonsea Lama”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

I. NodeMCU ESP32

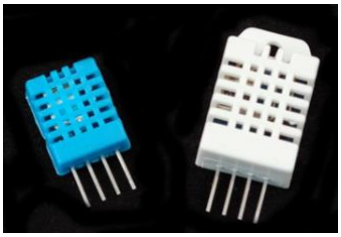
Untuk mengontrol sebuah alat IoT yang akan dibuat maka akan memerlukan sebuah alat microkontroler. Dalam microkontroler tesebut berisi satu atau lebih mikroprosesor, memori serta sebuah peripheral input dan outpt (I/O) yang dapat digunakan dalam sebuah proses pemrograman. Microkontroler yang digunakan oleh peneliti sudah terdapat sebuah modul wifi dan bluetooth didalamnya, sehingga dapat mempermudah dalam proses perakitan alat yang dibuat. Untuk tampilan model microkontroler NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada Gbr 1 dibawah ini



Gbr.1 NodeMCU ESP32

J. Sensor DHT11

Untuk mengukur dan mengecek sebuah suhu dan kelembaban, maka diperlukanlah sebuah sensor khusus yang memiliki fungsi tersebut. Sensor yang memiliki fungsi tersebut, yaitu sensor DHT11 yang dimana sensor ini memiliki 4 buah pin. Nama-nama 4 buah pin tesebut antara alin : VCC, data, NC, dan ground. Selain 4 buah pin tersebut, terdapat juga sebuah themistor berjenis NTC (Negative Temperature Coefficient) yang berada dalam sensor DHT11 yang memiliki fungsi untuk mengukur atau mengecek suhu. Selain sensor DHT11 ada juga sensor DHT22 yang dimana, sensor DHT22 ialah peningkatan dari sensor DHT11. DHT11 dan DHT22 memiliki cara kerja yang sama dalam mengukur suhu dan kelembaban, cara mengukur kelembaban yaitu dengan mendeteksi uap air dengan menggunakan sebuah resistansi listrik diantara 2 elektroda. Untuk tampilan model sensor DHT11 dan DHT22 dapat lihat pada Gbr 2 dibawah ini.



Gbr.2 Sensor DHT11

K. Sensor MQ-135

Kualitas udara yang baik dilingkungan sekitar kandang ayam merupakan faktor penentu dalam keberhasilan melakukan budidaya ayam broiler. Dalam menentukan atau mendeteksi kualitas udara tersebut baik atau buruk, maka kita memperlukan sebuah sensor MQ-135. Fungsi sensor MQ-135 dapat mendeteksi kualiatas udara, dimana apakah udara tersebut mengandung gas amonia, etanol, gas sulfur, benzena dan gas lain sebagainya. Cara kerjanya yaitu dengan cara mengirim hasil deteksi berupa data tentang kualitas udara yang mengalami perubahan nilai resistansi pada analog di pin keluarannya. Hasil dari pin keluaran yang dimiliki oleh sensor MQ-135 dapat dihubungkan dengan sebuah pin ADC (analog to digital conventer) yang berada pada mikrokontroler atau pin analog yang dimiliki oleh Arduino. Untuk tampilan model sensor MQ-135 yang diigunakan, dapat dilihat pada Gbr 3 dibawah ini.



Gbr.3 Sensor MQ-135

L. Sensor pH DFROBOT

pH meter merupakan suatu alat yang memiliki fungsi dalam hal menentukan suatu keasaman atau kebasaan pada sebuah larutan. Air murni akan bersifat netral, jika diketahui pHnya berada pada suhu 250 C ditetapkan sebagai 7,0. Larutan akan bersifat asam, jika pHnya kurang dari pada 7, dan untuk larutan yang bersifat alkali atau basa pHnya akan lebih dari 7. Sebuh sensor pH meter tersusun dari berbagai komponen penting, yang dimana setiap fungsi komponen tersebut berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Komponen – komponen tersebut yaitu : Elektrode kaca, Elektrode referensi, Termometer, Amplufier dan Mikroprosesor. Tampilan sensor pH meter DFROBOT V.2 yang digunakan oleh peneliti dapat dilihat pada Gbr 4



Gbr.4 Sensor DROBOT

M. Ayam Broiler

Ayam broiler adalah ayam tipe pedaging yang dihasilkan dari hasil seleksi sistimatis sehingga dapat tumbuh dan mencapai bobot badan tertentu dalam waktu relatif singkat.

Tipe pedaging yang dimaksud adalah ayam yang dipelihara dengan tujuan untuk dipanen dan diambil dagingnya (bukan telurnya) sebagai sumber protein hewani bagi konsumen. Berbagai strain broiler yang ada di Indonesia yaitu Hubbard, Cobb, Ross, Lohman, dan Hybro [4].

Di dalam dunia peternakan, umur ayam pedaging di bagi menjadi tiga fase, yaitu fase starter, fase grower, dan fase finisher. Pada periode starter dan grower terdapat perbedaan kebutuhan nutrisi yang cukup signifikan. Adanya perbedaan kandungan nutrisi yang dibutuhkan menyebabkan perbedaan jumlah nutrisi yang harus diberikan. Pada fase starter diberikan nutrisi lebih tinggi dengan tujuan pada fase ini ayam lebih banyak mengalami pertumbuhan yang relatif cepat dibandingkan dengan fase finisher yang pertumbuhannya mulai melambat [5].

N. Suhu Berdasarkan Masa Ayam Broiler

Ada hal terpenting yang perlu di perhatikan pada saat membudidayakan ayam broiler, faktor tersebut meliputi ketersediaan makanan, vitamin dan juga faktor lingkungan. Faktor lingkunganpun menjadi salah satu faktor dalam mempengaruhi pertumbuhan serta bobot ayam broiler, hal yang termasuk dalam lingkungan tersebut meliputi kadar gas amonia, suhu dan kelembaban sekitar kandang ayam.

TABEL I. SUHU IDEAL BERDASARKAN UMUR AYAM

Masa ayam broiler	**Jangkauan umur**	**Umur ayam broiler (hari)**	**Suhu (^{0}C)**
Starter (anakan ayam)	0	1 – 7 hari	34 – 31
	7		
Grower (pertumbuhan)	14	8 – 14 hari	30 – 27
	21	15 – 21 hari	26 – 25
Finisher (panen)	28	22 – 28 hari	24 - 23
	35	29 – 35 hari	23 - 21

O. Kelembaban Yang Mempengaruhi Suhu

Banyak sekali pembudidaya ayam broiler hanya fokus dalam pengecekkan suhu dalam kandang ayam, tanpa memperhatikan kelembaban yang berada dalam kandang ayam. Ada hal yang perlu kita ketahui bahwa kelembaban udara akan sangat mempengaruhi suhu, yang dimana suhu yang dirasakan ayam dalam kandang dipengaruhi oleh kelembaban udara.

TABEL 2. KELEMBABAN YANG MEMPENGARUHI SUHU

Suhu efektif yang dirasakan ayam	**Kelembaban pada kandang (%)**				
	40 %	**50 %**	**60 %**	**70 %**	**80 %**
	Suhu pada kandang (^{0}C)				
30	36	33,2	30,2	29,2	27
28	33,7	31,2	28,9	27,3	26
27	32,5	29,9	27,7	26	24
26	31,3	28,6	26,7	25	23
25	30,2	27,8	25,7	24	23
24	29	26,8	25,8	23	22

P. Kadar Gas Amonia Dalam Kandang Ayam

Amonia dengan rumus kimia NH3 merupakan salah satu senyawa kimia yang mempunyai ciri, yaitu berupa gas dengan bau yang sangat tajam. Gas amonia juga terdapat pada kotoran ayam, dimana jika pada konsentrasi kadar gas amonia tinggi dapat menimbulkan penyakit gangguan pernapasan pada ayam.

TABEL 3. KADAR GAS AMONIA

Kadar gas amonia (ppm) dalam kandang ayam	**Reaksi yang ditimbulkan pada ayam yang diternak**	**Status dalam kandang ayam**
0 – 20	Tidak ada gejala	Aman
25 – 30	Iritasi pada mata ayam dan saluran pernapasan	Bahaya
> 30	Sakit dan gangguan produksi telur	
40	Nafsu makan turun	
50	Pertumbuhan turun sampai 7 %	
50 – 100	Pertumbuhan turun sampai 15%	

Q. Standar Kualitas pH Air Minum Untuk Ayam

Untuk rekomendasi pH air yang baik untuk diminum ayam berkisar sekitar 6,5 – 8,5 [6]. Jika air dengan pH terlalu asam (<6) dapat merusak peralatan tempat minum, obat dan vaksin yang dilarutkan pada tidak dapat terlarut dengan baik, dan juga mempengaruhi pertumbuhan serta performa ayam. Sedangkan untuk pH air yang bersifat basa, dapat menyebabkan diare, menimbulkan kerak pada saluran air, menggangu pencernaan, dan dapat menurunkan feed intake.

TABEL 4. STANDAR KUALITAS pH AIR

pH (asam, neteral basa)	**Larutan pH**	**Dampaknya ke ayam**	**Pencegahan**

Asam	<6	• Obat dan Vaksin tidak dapat larut dengan baik • Merusak tempat atau wadah minum ayam	• Menambahkan soda kue (bikarbonat)
Terbaik (netral)	7		
Basa	>8	• Menyebabkan diare • Menggangu pencernaan • Menimbulkan kerak pada saluran air • Menurunkan *feed intake*	• Menambahkan asam cuka

R. Populasi Ayam Broiler Dalam Kandang Ayam

TABEL 5. POPULASI DALAM KANDANG AYAM

No	Kapasitas kandang ayam	Status populasi ayam
1	500 – 2000 ekor	Sedikit
2	1500 – 2500 ekor	Sedang
3	2000 – 3500 ekor	Banyak

Pada Tabel 5. Diatas merupakan data kapasitas kandang ayam, dimana data tersebut akan digunakan oleh peneliti sebagai inputan pada sistem pengontrol yang akan dibuat.

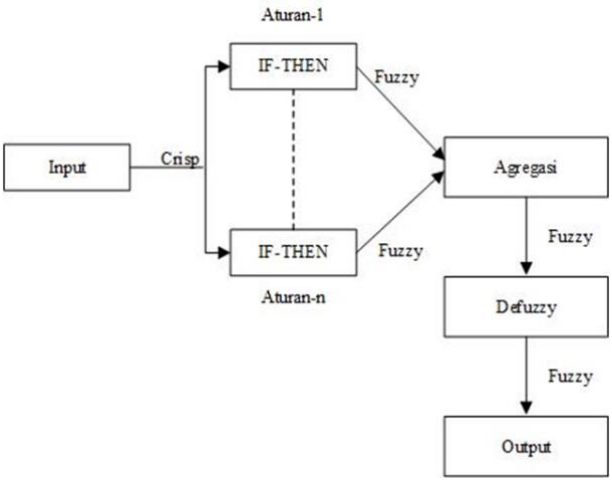
S. Pengertian Metode Logika Fuzzy Tsukamoto

1) Logika Fuzzy

Fuzzy dapat diartikan sebagai kabur atau samar yang dimana suatu nilai dapat bernilai True atau False secara bersamaan. Dalam fuzzy terdapat derajat keanggotan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu) dan menunjukkkan sejauh mana nilai dikatakan bernilai True dan sejauh mana suatu nilai bernilai False

2) Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* JIKA-MAKA dan penalaran *fuzzy* [7].



Gbr 5. Diagram Block Inferensi Fuzzy

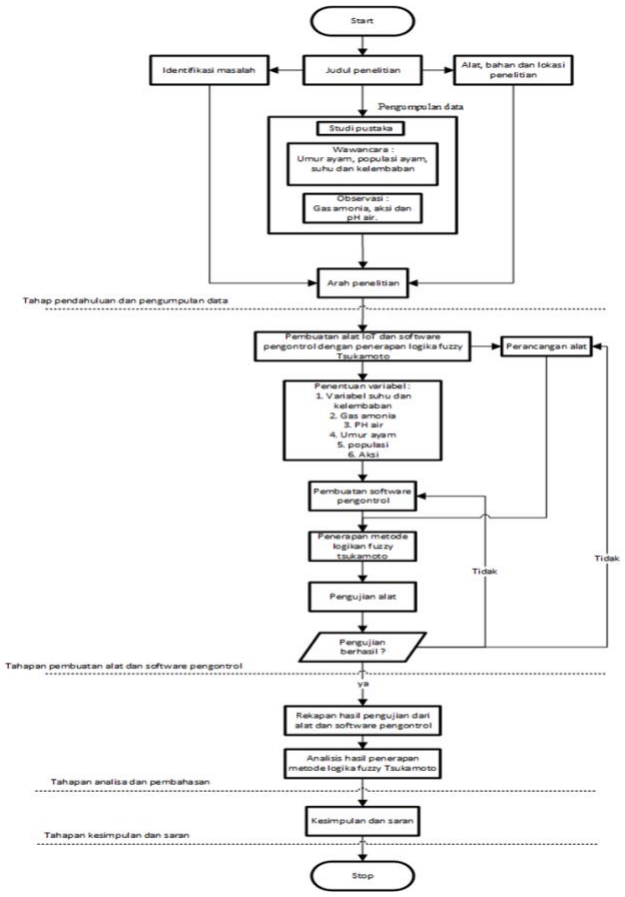
Awalnya sistem inferensi *fuzzy* akan meneriman input berupa *crisp*. Input tersebut akan di teruskan ke proses atau tahap basis pengetahuan yang terdapat aturan *fuzzy* (*n*) dengan rumus IF – THEN. $\alpha - predikat$ (fire strength) akan dicari pada setiap aturan. Namun jika jumlah aturan lebih dari satu, maka akan melalui proses agregasi dari semua aturan. Hasil dari proses agregasi akan dilanjutkan ke proses defuzy untuk mendapatkan sebuah nilai crisp sebagai output dari sistem.Terdapat 3 jenis atau model metode sistem inferensi *fuzzy*, yaitu : Metode Tsukamoto¸ Mamdani, dan Sugeno

Metode Tsukamoto adalah hasil dari perluasan dari penalaran monton. Setiap konsuken pada aturan dengan model yang berbentuk JIKA-MAKA (IF-THEN) harus dipresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan mononton. Saat proses evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode fuzzy Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai $\alpha - predikat$ tiap-tiap rule $(\alpha_1,\ \alpha_2, \alpha_3, \ldots\ldots \alpha_n)$[8]. Setiap nilai pada masing – masing $\alpha - predikat$ akan digunakan untuk menghitung nilai hasil dari inferensi secara tegas (crisp) masing – masing *rule* $(z_1,\ z_2, z_3, \ldots\ldots z_n)$. Menghitung nilai rata – rata (Average) untuk metode Tsukamoto digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Z = \frac{\sum \alpha_1 z_1}{\sum \alpha_1}$$

III. METODE PENELITIAN

T. Skenariio Alur Proses Penelitian



Gbr 6. Flowchart Alur Proses Penelitian

Gambar 6 diatas menjelaskan secara sistematis mengenai jalannya sebuah alur proses pengerjaan skripsi dengan menggunakan flowchart. Sehingga penggunaan flowchart alur proses penelitian akan memepermudah peneliti dalam penyusunan skripsi. Dibawah ini adalah penjelasan mengenai tahapan – tahapan yang dilalui.

U. Tahapan Penelitian

1) Pengumpulan data

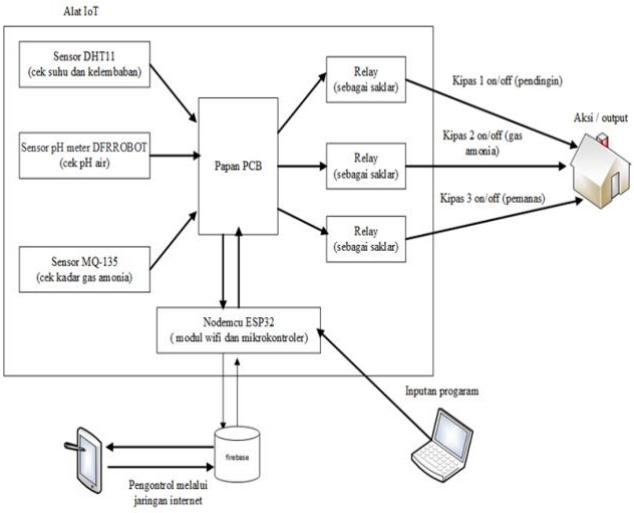
a. Studi Pustaka
Dalam mendukung data yang telah didapatkan oleh peneliti, maka digunakanlah sumber referensi dari jurnal-jurnal serta buku-buku yang isinya berkaitan dengan penerapan metode logika fuzzy tsukamoto, mikrokontroler, alat IoT, fungsi keanggotan fuzzy dan mengenai cara berternak ayam broiler

b. Wawancara
Wawancara dilakukan agar mendapatkan apa saja sumber masalah yang sedang dialami pada lokasi yang telah ditentukan. Masalah-masalah tersebut dapat digunakan oleh peneliti untuk menentukan jenis-jenis variabel yang akan digunakan serta diolah dengan menggunakan metode yang dipakai dalam penelitian. Dari hasil wawancara diperolehlah beberapa variabel, yaitu : variabel umur, variabel populasi, variabel suhu dan kelembaban

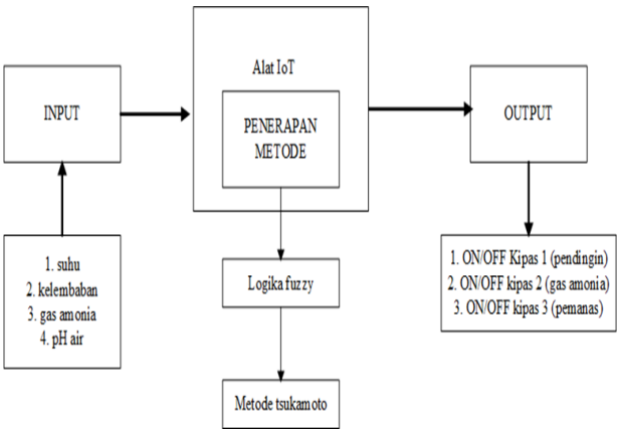
c. Observasi
Selain melalui wawancara peneliti juga akan meninjau tempat penelitian secara langsung, agar data yang didapat dari hasil wawancara sesuai dengan data dari tempat penelitian (observasi). Sehingga dapat membantu peneliti dalam membuat sistem yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Hasil dari obervasi yang dilakukan oleh peneliti ditemukanlah sebuah variabel baru, yaitu : variabel gas amonia, variabel aksi, dan variabel pH air

2) Perancangan alat

Pada Gbr 7 dibawah ini merupakan sebuah tampilan perancangan alat dan alur proses untuk mengontrol alat IoT sehingga menghasilkan output yang sesuai.



Gbr 7. Perancangan Alat IoT

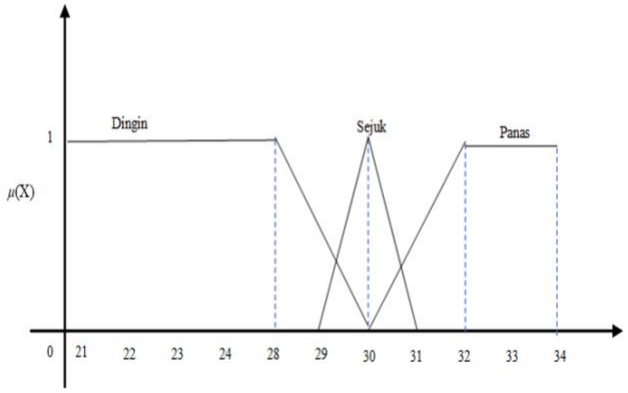


Gbr 8. Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto Pada Alat IoT

Dari gambar 8 diatas pada bagian proses input sensor terdapat variabel yang akan digunakan dalam proses

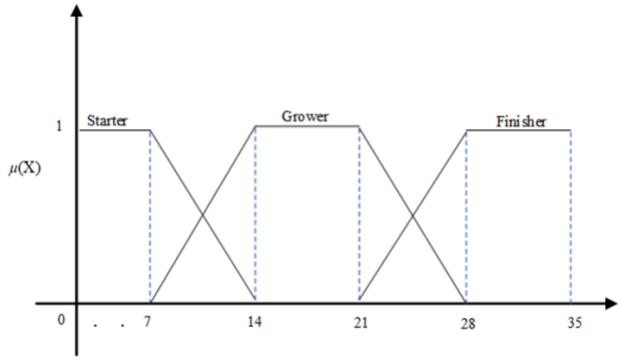
pemrograman alat IoT, dengan menerapkan metode logika fuzzy tsukamoto. Dalam proses pemrograman tersebut akan memakai kondisi JIKA-MAKA (IF-THEN), yang dimana setiap hasil inputan sensor akan digabungkan dengan inputan dari software pengontrol sehingga menghasilkan kondisi output yang sesuai. Berikut ini adalah variabel dari inputan sensor dan variabel dari inputan software pengontrol, variabel – variabel tersebut akan digunakan pada fungsi keanggotan fuzzy dan sistem inferensi fuzzy (metode tsukamoto).

a. Variabel suhu
Variabel suhu memiliki 3 himpunan, yaitu dingin, sejuk, dan panas.
- Dingin = 210 - 300
- Sejuk = 290 - 310
- Panas = 300 – 340



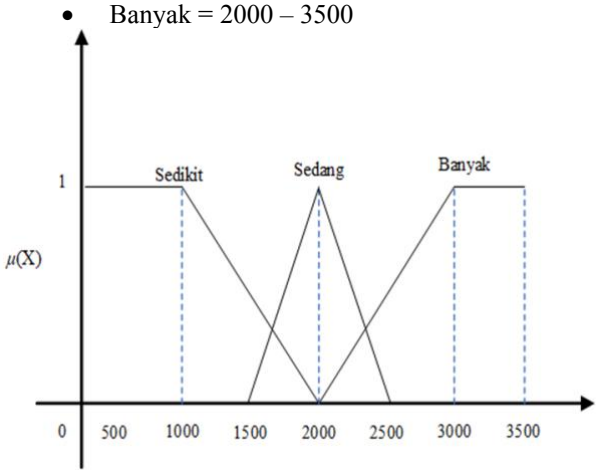
Gbr 9. Grafik Keanggotan Variabel Suhu

b. Variabel umur
Variabel umur memiliki 3 himpunan, yaitu starter, grower, dan finisher.
- Starter = 0 - 14
- Grower = 7 - 28
- Finisher = 21 – 35



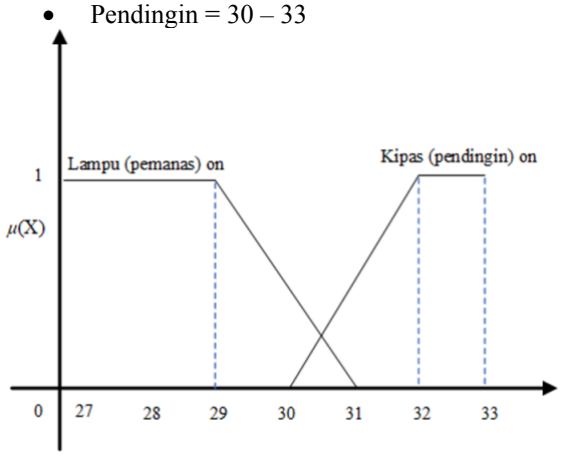
Gbr 10. Grafik Keanggotaan Variabel Umur

c. Variabel populasi
Variabel populasi memiliki 3 himpunan, yaitu sedikit, sedang dan banyak.
- Sedikit = 500 - 2000
- Sedang = 1500 - 2500
- Banyak = 2000 – 3500



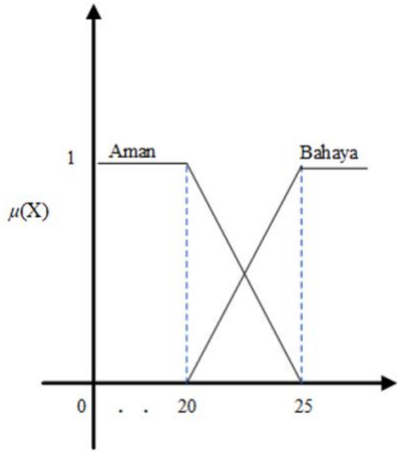
Gbr 11. Grafik Keanggotaan Variabel Populasi

d. Variabel aksi (pemanas dan pendingin)
Variabel aksi memiliki 2 himpunan, yaitu pemanas dan pendingin.
- Pemanas = 27 - 31
- Pendingin = 30 – 33



Gbr 12. Grafik Keanggotaan Variabel Aksi

e. Variabel gas ammonia
Variabel gas amonia memiliki 2 himpunan, yaitu aman dan bahaya.
- Aman = < 20
- Bahaya = > 25

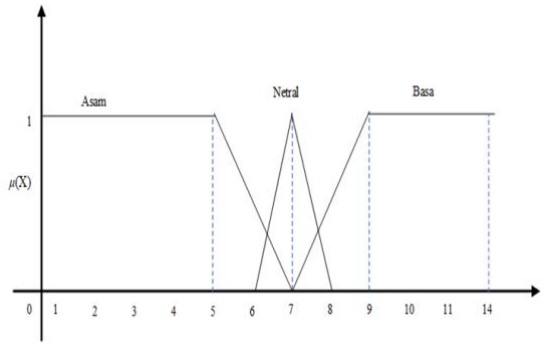


Gbr 13. Grafik Keanggotaan Variabel Gas Amonia

f. Variabek pH air

Variabel pH air memiliki 3 himpunan, yaitu asam, netral, dan basa.

- Asam = 1 - 7
- Netral = 6 - 8
- Basa = 7 - 14



Gbr 14. Grafik Keanggotaan Variabel pH Air

3) Instalasi alat

Selesai dalam tahap perancangan alat, maka tahap selanjunya ialah proses instalasi atau perakitan alat. Pada tahap ini peneliti melakukan proses intalasi alat dengan sangat hati – hati agar tidak terjadi koslet pada saat pengujian alat, dan tahap ini juga melakukan proses pengkodean melalui software arduino. Selesai pengkodean maka selanjutmya melakukan penginputan kode ke nodemcu ESP32 yang digunakan sebagai mikrokontroler

4) Pengujian alat

Alat yang sudah jadi akan melaui tes untuk mengecek apakah alat tersebut bekerja sesuai dengan sistem kebutuhan yang diiginkan. Tes tersebut yaitu meliputi : pengujian sensor, pengujian software, dan beserta pengujian output dari setiap sensor. Pengujian alat dilakukan pada hari senin 11 – 04 – 2022, jam 12 : 05 – 13 : 28 dengan hasil yaitu : umur ayam 3 hari (starter), populasi 3.000 ekor ayam, gas dalam kandang ayam aman, ph air minum netral dan output kipas 1 (pemanas) menyala

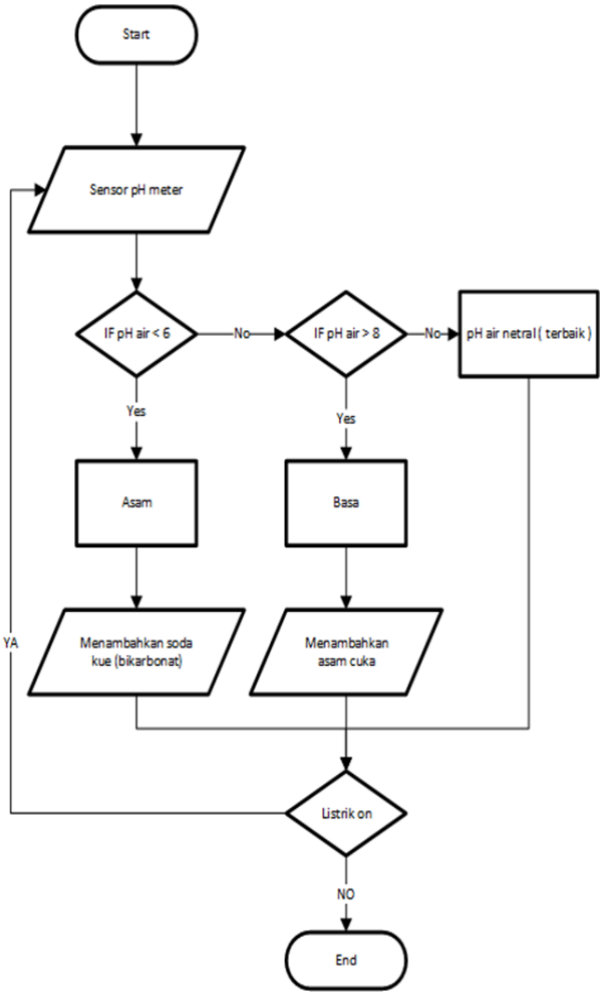
5) Kesimpulan

Setelah melalui tahap pengujian alat akan dilakukan tahap analisa data, data tersebut diperoleh dari setiap inputan sensor, inputan software dan beserta hasil output alat IoT. Sehingga peneliti akan menarik kesimpulan, yaitu apakah hasil penerapan metode logika fuzzy tsukamoto pada proses pemrograman alat IoT sesuai dengan keinginan atau tidak ?

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Rancangan Keseluruhan Design Sistem*

1) Flowchart pH air



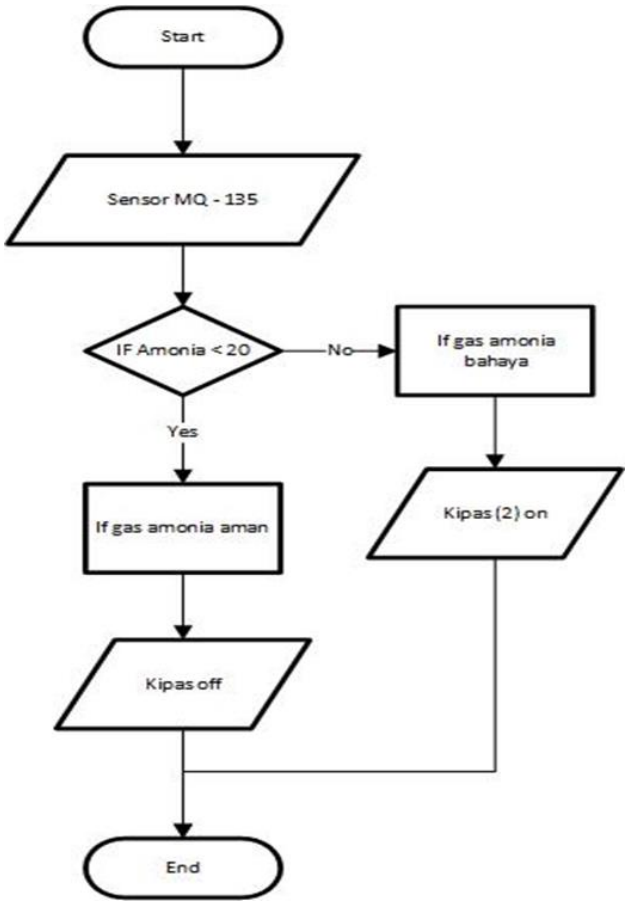
Gbr 15. Flowchart pH air

Dari Gambar 15 diatas merupakan gambaran jalannya sebuah inputan program pada sensor pH air, yaitu dengan cara setiap proses akan dilewati satu demi satu sehingga menemukan penyelesaian terhadap suatu masalah. Sehingga alur program proses sensor pH air mudah dipahami oleh peneliti, untuk penjelasan setiap proses sebagai berikut :

- Tahapan awal berupa inputan dari sensor DFROBOT (pH air), dengan kondisi else if.

- Jika pH air kurang dari 6 (IF pH air <6) maka air tersebut dapat dikategorikan sebagai asam, maka outputnya yaitu : dengan cara menambahkan soda kue kewadah air minum ayam.
- Namun jika pH air lebih dari 8 (IF pH air >8) maka air tersebut dikategorikan sebagai basa, maka outputnya yaitu : dengan cara menambahkan asam cuka kewadah air minum ayam.
- Apabila jika kedua kondisi (IF pH air <6 atau pH air >8) tersebut tidak sesuai, maka air tersebut dapat dikategorikan sebagai neteral

2) Flowchart gas amonia



Gbr 16. Flowchart gas amonia

Dari Gambar 16 diatas merupakan gambaran jalannya sebuah inputan program pada sensor gas amonia, yaitu dengan cara setiap proses akan dilewati satu demi satu sehingga menemukan penyelesaian terhadap suatu masalah. Sehingga alur program proses sensor gas amonia mudah dipahami oleh peneliti, untuk penjelasan setiap proses sebagai berikut :

- Tahapan awal berupa inputan dari sensor MQ-135 (gas amonia), dengan kondisi if else.
- Jika amonia kurang dari 20 (IF Amonia <20) maka udara dalam kandang ayam dapat dikategorikan aman, maka outputnya yaitu : kipas off
- Namun jika amonia lebih dari 20 (IF Amonia >20) maka udara dalam kandang ayam dapat dikategorikan sebagai status bahaya bagi ayam, maka outputnya yaitu : kipas 2 on.

3) Tabel relasi

Data pada Tabel 6 dibawah ini akan digunakan untuk menentukan suatu kondisi output, yang akan dihasilkan pada alat atau software pengontrol. Relasi atau aturan yang digunakan pada tabel berjumlah 27, dimana setiap aturan tersebut terdiri dari variabel fuzzy dan himpunan fuzzy.

TABEL 6. RELASI

No	Relasi	Umur	Populasi	Suhu	Aksi (on)
1	R1	Starter	Sedikit	Dingin	Kipas 3 (pemanas)
2	R2	Starter	Sedikit	Sejuk	Kipas 3 (pemanas)
3	R3	Starter	Sedikit	Panas	Kipas 1 (pendingin)
4	R4	Starter	Sedang	Dingin	Kipas 3 (pemanas)
5	R5	Starter	Sedang	Sejuk	Kipas 3 (pemanas)
6	R6	Starter	Sedang	Panas	Kipas 1 (pendingin)
7	R7	Starter	Banyak	Dingin	Kipas 3 (pemanas)
8	R8	Starter	Banyak	Sejuk	Kipas 3 (pemanas)
9	R9	Starter	Banyak	Panas	Kipas 1 (pendingin)
10	R10	Grower	Sedikit	Dingin	Kipas 3 (pemanas)
11	R11	Grower	Sedikit	Sejuk	Kipas 3 (pemanas)
12	R12	Grower	Sedikit	Panas	Kipas 1 (pendingin)
13	R13	Grower	Sedang	Dingin	Kipas 3 (pemanas)
14	R14	Grower	Sedang	Sejuk	Kipas 3 (pemanas)
15	R15	Grower	Sedang	Panas	Kipas 1 (pendingin)
16	R16	Grower	Banyak	Dingin	Kipas 3 (pemanas)
17	R17	Grower	Banyak	Sejuk	Kipas 3 (pemanas)
18	R18	Grower	Banyak	Panas	Kipas 1 (pendingin)
19	R19	Finisher	Sedikit	Dingin	Kipas 3 (pemanas)

20	R20	Finisher	Sedikit	Sejuk	Kipas 1 (pendingin)
21	R21	Finisher	Sedikit	Panas	Kipas 1 (pendingin)
22	R22	Finisher	Sedang	Dingin	Kipas 1 (pendingin)
23	R23	Finisher	Sedang	Sejuk	Kipas 1 (pendingin)
24	R24	Finisher	Sedang	Panas	Kipas 1 (pendingin)
25	R25	Finisher	Banyak	Dingin	Kipas 1 (pendingin)
26	R26	Finisher	Banyak	Sejuk	Kipas 1 (pendingin)
27	R27	Finisher	Banyak	Panas	Kipas 1 (pendingin)

B. *Analisa Data Logika Fuzzy Tsukamoto Dan Hasil Pengujian Software Pengontrol Alat IoT*

1) Analisa data logika fuzzy tsukamoto

a. Variabel fuzzy

Pada penelitian ini menggunakan 3 variabel input, yaitu suhu, gas amonia dan pH air. Sedangkan untuk variabel output yang dihasilkan ada 3 yaitu, kipas 1 atau pemanas (On or Off), kipas 2 (On or Off), dan aksi manual. Untuk data inputan, beserta himpunannya dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

TABEL 7. VARIABEL INPUTAN

Nama Variabel	Jenis Variabel	Himpunan
Suhu	INPUTAN	Dingin
		Sejuk
		Panas
Umur		Starter
		Grower
		Finisher
Populasi		Sedikit
		Sedang
		Banyak
Gas Amonia		Aman
		Bahaya
pH Air		Asam
		Netral
		Basa

b. Agregasi aturan (fuzzyfikasi dan inferensi)

Pada bagian proses agregasi aturan akan menggunakan fungsi implikasi MIN, yang dimana setiap tingkat keanggotaan yang telah didapat dari proses ini yaitu nilai minimum dari variabel umur, populasi, suhu dan kelembaban. Selanjutnya melihat daerah logika kabur pada variabel hasil keluaran suhu untuk setiap aturan yang ada.

(1) [R8] IF UMUR is Starter (3) AND POPULASI is Banyak (3.500) AND SUHU is Sejuk (31^0) THEN Menyalakan PEMANAS

$$\alpha_8 = \mu_{umur}[X_{starter}] \cap \mu_{populasi}[X_{banyak}] \cap \mu_{suhu}[X_{sejuk}]$$

$min\ (\mu_{umur}[1] \cap \mu_{Populasi}[1] \cap \mu_{suhu}[0])$
= min ([1], [1], [0])
= 0
Z_8 = 31 sedangkan untuk nilai α_8 = 0

(2) [R9] IF UMUR is Starter (3) AND POPULASI is Banyak (3.500) AND SUHU is Panas (31^0) THEN Menyalakan Kipas on (1)

$$\alpha_9 = \mu_{umur}[X_{starter}] \cap \mu_{populasi}[X_{banyak}] \cap \mu_{suhu}[X_{panas}]$$

$min\ (\mu_{umur}[1] \cap \mu_{Populasi}[1] \cap \mu_{suhu}[0,5]$
= min ([1], [1], [0,5])
= 0,5
Z_9 = 31 sedangkan untuk nilai α_9 = 0,5

(3) [R17] IF UMUR is Grower (0) AND POPULASI is Banyak (3.500) AND SUHU is Sejuk (31^0) THEN Menyalakan Pemanas on

$$\alpha_{17} = \mu_{umur}[X_{grower}] \cap \mu_{Populasi}[X_{banyak}] \cap \mu_{suhu}[X_{sejuk}]$$

$min\ (\mu_{umur}[0] \cap \mu_{Populasi}[1] \cap \mu_{suhu}[0]$
= min ([0], [1], [0])
= 0
Z_{17} = 31 sedangkan untuk nilai α_{17} = 0

(4) [R18] IF UMUR is Grower (0) AND POPULASI is Banyak (3.500) AND SUHU is Panas (31^0) THEN Menyalakan Kipas on (1)

$$\alpha_{18} = \mu_{umur}[X_{grower}] \cap \mu_{Populasi}[X_{banyak}] \cap \mu_{suhu}[X_{panas}]$$

$min\ (\mu_{umur}[0] \cap \mu_{Populasi}[1] \cap \mu_{suhu}[0,5]$
= min ([0], [1], [0,5])
= 0
Z_{18} = 31 sedangkan untuk nilai α_{18} = 0,5

c. Defuzzifikasi

Pada tahap defuzzifikasi ini akan menggunakan metode COA dengan persamaan $Z_{COA} = \frac{\int_{Z\mu A}(z).zds}{\int_{Z\mu A}(z).zds}$. Berikut ini merupakan perhitungan untuk mendapatkan sebuah nilai tegas

$$\text{COA} = \frac{(\alpha_8 * Z_8) + (\alpha_9 * Z_9) + (\alpha_{17} * Z_{17}) + (\alpha_{18} * Z_{18})}{\alpha_8 + \alpha_9 + \alpha_{17} + \alpha_{18}}$$
$$= \frac{(0*31) + (0{,}5*31) + (0*31) + (0*31)}{0 + 0{,}5 + 0 + 0}$$
$$= \frac{15{,}5}{0{,}5} = 31$$

Hasil perhitungan diperoleh diatas adalah 31, berdasarkan grafik variabel aksi maka THEN Hasil yaitu, menyalakan Kipas 3 (Pemanas) dan menyalakan Kipas 1 (Pendingin). Namun berdasarkan inputan program yang

dibuat oleh peneliti, maka THEN Hasil output alat yaitu : Menyalakan Pemanas.

2) Hasil pengujian software Pengontrol dan alat IoT

a. Tabel pengujian

Tabel – tabel dibawah ini merupakan hasil pengujian dari pembacaan sensor, inputan software pengontrol, dan pengujian output kipas 1, kipas 2 serta kipas 3

TABEL 8. HASIL DARI ALAT IOT DAN SOFTWARE PENGONTROL

No	Nama Sensor	Hasil Sensor	Keterangan	Aksi	Inputan umur dan populasi
1	Sensor DHT11	31^0	Sejuk	Kipas 3 (Pemanas on)	Umur Starter Populasi Banyak
2	Sensor MQ135	0,22	Aman	-	
3	Sensor DFROBOT	9,54	Basa	Pemberian obat untuk menetralkan air	

TABEL 9. BLACK BOX HASIL PENGUJIAN ALAT IOT

No	Jenis Alat	Fungsi	Status	Keterangan
1	Lcd	Menampilkan keterangan status koneksi wifi, dan keterangan setiap inputan sensor	Succes	-
2	Nodemcu ESP32	Sebagai microkontroler dalam hal melakukan input dan ouput suatu program melalui software Arduino uno	Succes	-
3	Relay	Sebagai jalur listirk ke kipas dengan kondisi on atau off	Succes	-
4	Sensor DHT11	Untuk mendeteksi suhu dan kelembaban disekitar	Succes	-
5	Sensor MQ135	Untuk mendeteksi kadar gas amonia disekitar	Succes	-
6	Sensor DFROBOT	Untuk mendeteksi kualitas air yang digunakan	Succes	-
7	Kipas 1	Sebagai pendingin	Succes	-
8	Kipas 2	Sebagai pengeluaran gas amonia yang berlebihan	Tidak Succes	Penyebab korsleting listrik pada jalur relay yang ke tiga
9	Kipas 3	Sebagai pemanas	Succes	-

TABEL 10. BLCAK BOX HASIL PENGUJIAN OUTPUT (KIPAS 1 DAN KIPAS 3) BERDASARKAN UMUR DAN POPULASI

No	Hari / Jam	Input Umur	Input Populasi	Suhu	Output (on)
1	Senin 06-06-2022 / 23.04 – 23.10 WITA	Starter	Sedikit	25^0 (Dingin)	Kipas 3 (Pemanas)
			Sedang		
			Banyak		
		Finisher	Sedikit	25^0 (Dingin)	Kipas 3 (Pemanas)
			Sedang		Kipas 1 (Pendingin)
			Banyak		
2	Selasa 07-06-2022 / 11.13 – 11,44 WITA	Starter	Sedikit	36^0 (Panas)	Kipas 1 (Pendingin)
			Sedang		
			Banyak		
		Finisher	Sedikit	35^0 (Panas)	Kipas 1 (Pendingin)
			Sedang		
			Banyak		

d. Hasil gambar pengujian



Gbr 17. Tampilan keterangan suhu dan kelembaban



Gbr 18. Tampilan keterangan gas ammonia dan pH air

Dari gambar 17 dan gambar 18 merupakan hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada lcd. Dimana hasil pembacaan sensor tersebut akan dianalisis menggunakan metode Tsukamoto.


Gbr 19. Pengujian alat pada tempat penelitian


Gbr 20. Tampilan dalam kandang ayam

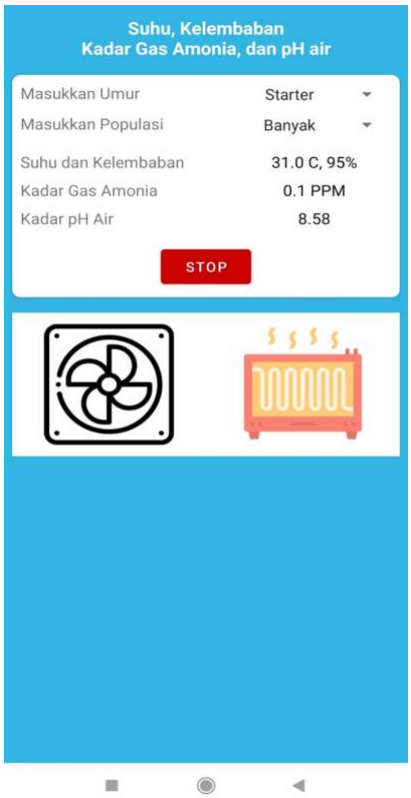
Dari gambar 19 merupakan proses dimana peneliti melakukan pengujian alat IoT secara langsung ketempat penelitian. Untuk gambar 20 menunjukkan lokasi dalam kandang ayam pada siang hari.


Gbr 21. TAMPILAN ALAT IOT



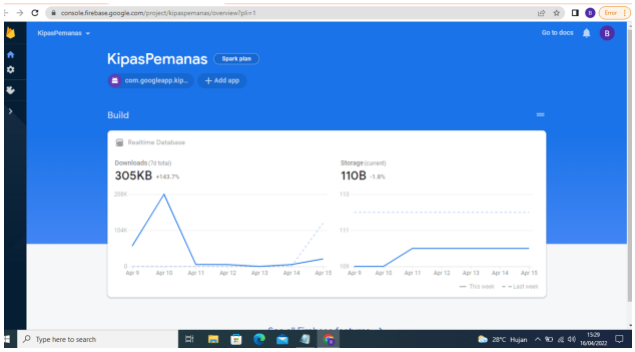
Gbr 22. TAMPILAN INDIKATOR OUTPUT ALAT IOT

Gambar 21 dan gambar 22 menunjukkan tentang penampilan alat yang dibuat oleh peneliti, dimana pada gambar – gambar tersebut terdapat beberapa sensor yang digunakan yaitu : sensor dht11, sensor mq135, dan sensor dfrobot. Untuk indikator output digunakan berupa kipas, pada kipas 1 (pendingin) dan kipas 3 (pemanas) digunakan untuk sensor dht11 sedangkan untuk kipas 2 (gas ammonia) digunakan pada sensor mq135



Gbr 23. TAMPILAN SOFTWARE PENGONTROL

Pada gambar 23 terdapat beberapa menu yang akan digunakan oleh pengguna untuk melakukan inputan, sesuai dengan kebutuhan atau situasi dalam kandang ayam.



Gbr 24. Firebase

Pada gambar 24 menunjukkan jenis database yang digunakan oleh peneliti, untuk menyimpan data sementara dari hasil uji coba alat yang dibuat.

V. KESIMPULAN

Pembuatan sistem prototipe IoT dengan judul : *Sistem Kontrol Alat Pengukur Berbasis IoT Menggunakan Fuzyy Tsukamoto*, dimana sistem yang telah dibuat oleh peneliti tersebut menerapkan metode logika fuzzy tsukamoto pada proses pengkodeannya. Berdasarkan hasil dari perhitungan tahap (fuzzyfikasi, inferensi, dan defuzzifikasi) metode logika fuzzy tsukamoto dengan hasil output alat IoT yang dibuat bedasarkan Tabel Relasi, yaitu hasilnya sama menyalakan Kipas 3 (Pemanas)

UCAPAN TERIMA KASIH

Hasil pengerjaan atas penelitian ini tidak dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Negeri Manado, Dekan Fakultas Teknik, dan Dosen-dosen Program Studi Teknik Informatika. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dosen Pembimbing Akademik, Pembimbing Skripsi, Orang Tua, Kepala Desa Tonsea Lama dan Teman-Teman angkatan 2017.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Panduardi, F., & Haq, E. S. (2016). Wireless Smart Home System Menggunakan Raspberry PI Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, *03*(01), 320–325. https://pdfs.semanticscholar.org/402a/ce8d6629211519bc524830408a5c9c825574.pdf

[2] Dharmawan, R., Prayogi, H. S., & Nurgiartiningsih, V. M. A. (2005). Penampilan Produksi Ayam Pedaging Yang Dipelihara Pada Lantai Atas dan Lantai Bawah. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan, 26(3), 27–37.

[3] Tasidjawa, A. F., Saputro, I. P., & Suwanto, T. C. (2018). Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto Untuk Penentuan Suhu Ideal Pada Kandang Ayam Broiler. Jurnal Ilmiah Realtech, 14(1), 42–48. https://doi.org/10.52159/realtech.v14i1.115.

[4] Murwani, R. (2010). BROILER MODERN (J. A. A. N. Retno Murwani (ed.); Pertama No). CV. Widya Karya

[5] Hidayat, D. F., Widodo, A., Diyantoro, D., & Yuliani, M. G. A. (2020). The Effect of Providing Fermented Milk on The Performance of Gallus domesticus. Journal of Applied Veterinary Science And Technology, 1(2), 43. https://doi.org/10.20473/javest.v1.i2.2020.43-47

[6] Aviagen. (2018). Ross broiler management handbook-2018. In Aviagen Ross Management Guide. http://online.anyflip.com/kmgi/zqpr/index.html#p=4

[7] Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *LOGIKA FUZZY*. Jayapangus Press. http://jayapanguspress.org

[8] Infotekmesin, J., Sutara, B., Kuswanto, H., Studi, P., Informatika,T., & Logic, F. (2019). *ANALISA PERBANDINGAN FUZZY LOGIC METODE TSUKAMOTO , SUGENO ,*. *10*(02), 38–49