

# Penerapan *Fuzzy Logic* Tsukamoto pada Pembangunan Kandang Ayam Pintar

**M.ICHWAN, MILDA GUSTIANA HUSADA, GHASSAN NUR F H**

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri Institut  
Teknologi Nasional Bandung

Email: Ichwan@itenas.ac.id

## ABSTRAK

*Dari hasil wawancara dengan pakar unggas didapatkan bahwa kondisi suhu dan kelembaban udara dapat mempengaruhi produktifitas dan kesehatan ayam karena suhu dan kelembaban yang tidak stabil. Pada penelitian ini dibangun "kandang ayam" pintar menggunakan metode Tsukamoto untuk menghitung durasi waktu dalam pengaturan suhu dan kelembaban. Kandang ayam pintar menggunakan sensor suhu, kelembaban udara, Real Time Clock untuk mengatur pemberian pakan secara otomatis, limit switch untuk memperingati peternak untuk mengisi stok pakan ayam dan sensor gas ammonia yang disimulasikan menggunakan potensio untuk mendeteksi gas ammonia yang terdapat dalam kandang ayam. Berdasarkan pengujian, dengan adanya metode fuzzy logic tsukamoto yang dibantu sistem sebagai acuan untuk dapat menentukan titik-titik krusial, dan membuat kondisi kandang ayam menjadi stabil dengan durasi waktu yang panjang, agar pada saat cuaca diluar kandang berubah drastis, cuaca di dalam kandang tidak berubah drastis seperti kondisi cuaca diluar kandang. Keluaran aplikasi yang dibuat memiliki akurasi 100%.*

**Kata Kunci:** Kandang Ayam, Fuzzy Logic Tsukamoto, Suhu Udara, Kelembaban Udara, Gas ammonia.

## ABSTRACT

*From interviews with experts poultry found that the conditions of temperature and humidity can affect the productivity and health of chickens because of the temperature and humidity is not stable. In this study constructed "chicken coop" smart use Tsukamoto method to calculate the duration of time in the setting of temperature and humidity. Henhouse clever use temperature sensors, humidity, Real Time Clock to set the automatic feeding, limit switch to commemorate farmers to replenish stocks chicken feed and ammonia gas sensor which is simulated using pot to detect ammonia gas contained in the chicken coop. Based on testing, with the method of fuzzy logic Tsukamoto who assisted system as a reference to determine the crucial points, and create conditions henhouse becomes stable with a long duration, so when the weather outside the cage changed drastically, the weather in the cage unchanged such drastic weather conditions outside the cage. Exodus applications made to have 100% accuracy.*

**Keywords :** Chickenrun, Fuzzy Logic, Temperature, Humidity, Ammonia gas

## 1. PENDAHULUAN

Dalam menggunakan metode fuzzy Tsukamoto yang pertama kali dilakukan adalah menentukan fungsi keanggotaannya, kemudian menentukan rule dan nantinya kategori akan diklasterisasi ke masing – masing kelompok sesuai dengan rule yang diterapkan. Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton, pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF- Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaannya yang monoton. Hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (fire strenght). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

Pembangunan kandang ayam dapat menggunakan metode fuzzy logic Tsukamoto untuk diterapkan kedalam pembangunan kandang ayam pintar. Berdasarkan hasil wawancara dengan pakar unggas didapatkan bahwa kondisi suhu dan kelembaban udara dapat mempengaruhi produktifitas dan kesehatan ayam. Kesehatan ayam dapat terganggu karena suhu dan kelembaban yang tidak stabil, salah satu dampak perubahan suhu dan kelembaban terhadap ayam adalah ayam megap-megap, membentangkan sayap, dan mencari tempat yang dingin apabila suhunya panas.

Ketika ayam mengeluarkan kotoran dan tidak dibersihkan langsung oleh peternak maka kotoran ayam tersebut akan mengeluarkan gas ammonia yang dapat mengganggu kesehatan ayam yang ditenak. Oleh karena itu peternak memerlukan informasi tentang kondisi gas ammonia dengan tujuan memberikan peringatan kepada peternak ketika gas ammonia sudah diatas ambang normal keadaan kandang ayam. Ketika ayam di ternak khususnya ayam broiler maka pemberian pakan pun harus terjadwal agar berat badan ayam dan kesehatan ayam tersebut tidak terganggu. Berdasarkan pada masalah di samping maka dilakukan penelitian pada kandang ayam. Pada penelitian ini dibangun kandang ayam dengan pengaturan suhu dan kelembaban, pemberian pakan secara otomatis, dan pemberitahuan untuk membersihkan kandang ayam dari kotoran ayam. Penelitian ini menggunakan sensor suhu, kelembaban udara, sensor gas, dan tekanan.

Pada penelitian ini parameter yang digunakan yaitu suhu berkisar 18-32°C dan kelembaban berkisar 30-80% dalam kandang, pakan ayam, dan kadar gas ammonia dalam kandang. Output sistem memberikan peringatan kepada peternak, keluarannya mencakup kadar gas ammonia yang terdapat dalam kandang, dan stok pakan ayam. Jenis kandang ayam yang akan di teliti adalah kandang ayam broiler sementara ayam yang diteliti adalah ayam yang berumur mulai dari 30 hari (ayam dewasa). Implementasi sistem dilakukan dengan simulasi menggunakan hardware (perangkat keras). Hardware yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembaban dht22, RTC, potensio yang masing-masing mensimulasikan sensor gas ammonia, sensor limit switch, dan mikrokontroler ATmega16

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Fuzzy Logic

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy

adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangat penting. Nilai keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut. Teori himpunan fuzzy merupakan kerangka matematis untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, kekurangan, ketidaktepatan informasi dan kebenaran parsial. Dengan fuzzy proses penentuan nilai suatu kriteria yang subjektif akan memberikan hasil yang sangat baik. Penentuan nilai diperoleh dengan membuat fungsi keanggotaan terlebih dahulu.

Definisi Logika Fuzzy "Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output". Alasan menggunakan logika fuzzy, antara lain: Konsep logika fuzzy lebih mudah dipahami dan logika fuzzy apabila terdapat data yang tidak tepat memiliki toleransi. Secara umum, sistem logika fuzzy memiliki 4 elemen yaitu;

1. Basis aturan yang berisi aturan-aturan yang bersumber dari pakar.
2. Suatu mekanisme pengambilan keputusan dimana pakar mengambil keputusan dengan menerapkan pengetahuan yang dimiliki.
3. Proses fuzzifikasi (fuzzification) yang merubah besaran tegas (crisp) ke dalam besaran fuzzy;
4. Proses defuzzifikasi (defuzzification), merupakan kebalikan dari proses fuzzifikasi yaitu merubah besaran fuzzy hasil dari inference engine, menjadi besaran tegas (crisp) [1].

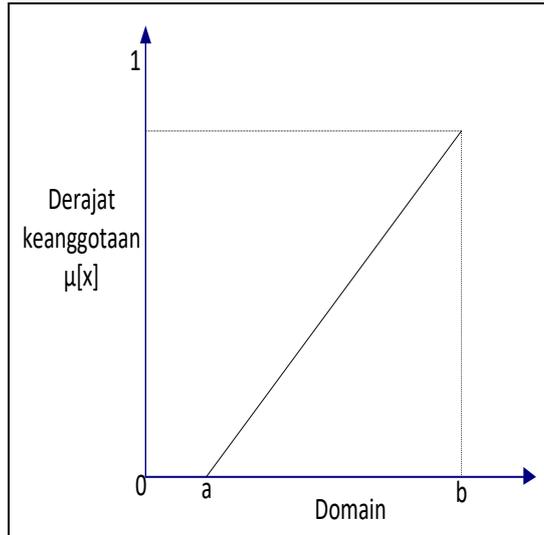
## 2.2 Cara Kerja Logika Fuzzy

Di dalam implementasi sistem, fuzzy memiliki 3 bagian, yaitu fuzzyfikasi, inferensi fuzzy, dan defuzzyfikasi. Namun, proses defuzzyfikasi disini bersifat optional yaitu apabila kesimpulan sudah memenuhi atau sesuai dengan yang diharapkan, maka tidak perlu dilakukan proses defuzzyfikasi. Namun, apabila kesimpulan belum memenuhi maka proses defuzzyfikasi tetap dilakukan [1].

## 2.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Apabila  $U$  menyatakan himpunan universal dan  $A$  adalah himpunan fungsi fuzzy dalam  $U$ , maka  $A$  dapat dinyatakan sebagai pasangan terurut. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan [1].

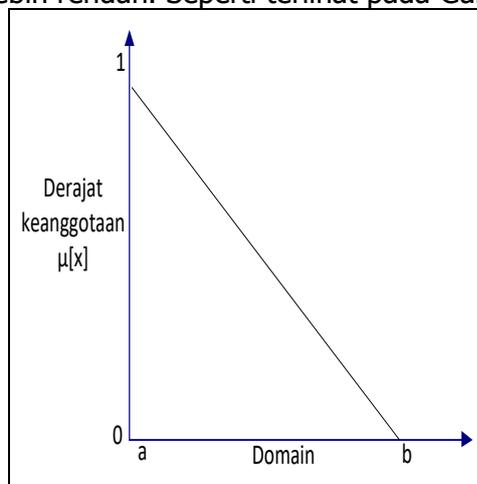
- a. Representasi Linear Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol(0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi



**Gambar 1. Fungsi Keanggotaan dengan linear kurva naik**  
**Sumber: (Logika fuzzy. Yogyakarta, Graha Ilmu Kusumadewi,S.2006) [2]**

$$\mu[x]: \begin{cases} 0, x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, a < x < b \\ 1, x > b \end{cases} \quad (1)$$

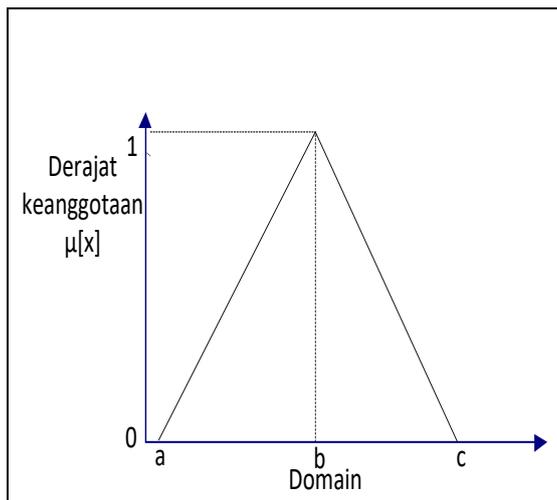
Kedua, merupakan kebalikan dari yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Fungsi Keanggotaan dengan linear turun**  
**Sumber: (Logika fuzzy. Yogyakarta, Graha Ilmu Kusumadewi,S.2006) [2]**

$$\mu[x]: \begin{cases} 0, x > b \\ \frac{b-x}{b-a}, a < x < b \\ 1, x > a \end{cases} \quad (2)$$

- b. Representasi kurva segitiga Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear). Seperti terlihat pada Gambar 3.

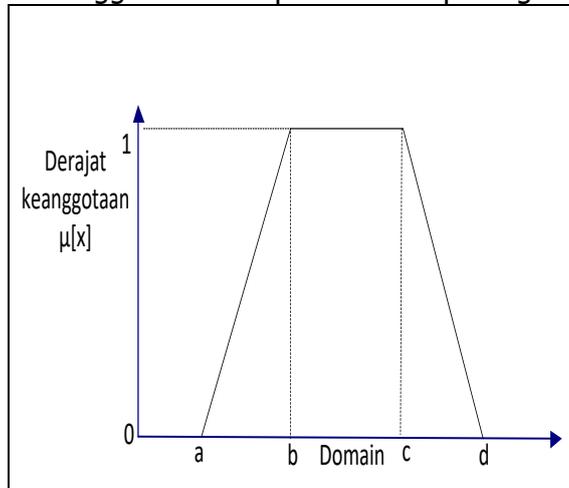


**Gambar 3. Fungsi Keanggotaan dengan kurva segitiga**  
**Sumber: (Logika fuzzy. Yogyakarta, Graha Ilmu Kusumadewi,S.2006) [2]**

$$\mu[x]: \begin{cases} 0, & x > c \text{ atau } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \end{cases} \quad (3)$$

c. Representase kurva trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Seperti terlihat pada gambar 4.



**Gambar 4. Fungsi Keanggotaan dengan kurva trapesium**  
**Sumber: (Logika fuzzy. Yogyakarta, Graha Ilmu Kusumadewi,S.2006) [2]**

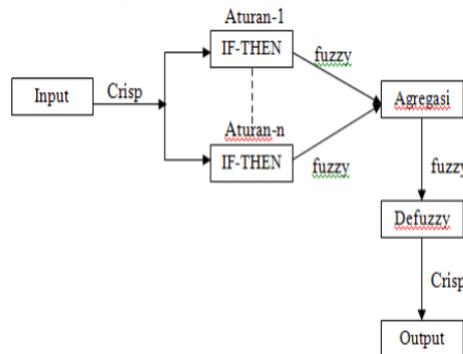
$$\mu[x]: \begin{cases} 0, & x > d \text{ atau } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ 1, & b > x > c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \end{cases} \quad (4)$$

## 2.4 Fuzzy Logic Tsukamoto

Metode tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton, pada metode tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF- Then harus direpresentasikan dengan suatu

himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaannya yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot [3].

Sistem inferensi fuzzy merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy yang berbentuk IF-THEN, dan penalaran fuzzy. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi fuzzy terlihat pada Gambar 5



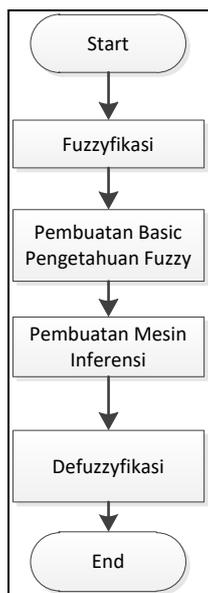
**Gambar 5. Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy**  
**Sumber: (Logika fuzzy. Yogyakarta,**  
**Graha Ilmu Kusumadewi,S.2006) [2]**

Sistem inferensi fuzzy menerima input crisp. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi aturan fuzzy dalam bentuk IF-THEN. Fire strength (nilai keanggotaan anteseden atau  $\alpha$ ) akan dicari pada setiap aturan. Apabila aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi semua aturan. Selanjutnya pada hasil agregasi akan dilakukan defuzzy untuk mendapatkan nilai crisp sebagai output sistem.

Salah satu metode FIS yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan adalah metode Tsukamoto. Berikut ini adalah penjelasan mengenai metode FIS Tsukamoto. Pada metode Tsukamoto, implikasi setiap aturan berbentuk implikasi "Sebab-Akibat"/Implikasi "Input-Output" dimana antara anteseden dan konsekuen harus ada hubungannya. Setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Kemudian untuk menentukan hasil tegas (Crisp Solution) digunakan rumus penegasan (defuzifikasi) yang disebut "Metode rata-rata terpusat" atau "Metode defuzifikasi rata-rata terpusat" (Center Average Defuzzyfier) dengan rumus sebagai berikut :

$$Z = \frac{\alpha_i * Z_i + \alpha_j * Z_j}{\alpha_i + \alpha_j} \quad (5)$$

Terdapat 4 langkah untuk dapat menggunakan fuzzy logic tsukamoto, berikut langkah-langkah untuk menggunakan fuzzy logic tsukamoto



**Gambar 6. Fuzzy Logic Tsukamoto**

### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Fuzzyfikasi

Proses pengubahan besaran numeric menjadi besaran linguistik. Nilai fuzzy logic ditentukan dengan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy.

Menentukan fuzzyfikasi pada kondisi udara didalam kandang menggunakan rumus yang terdapat pada Basic Pengetahuan Fuzzy untuk suhu dan kelembaban

**Tabel 1 Fuzzyfikasi data dan kondisi dalam kandang ayam**

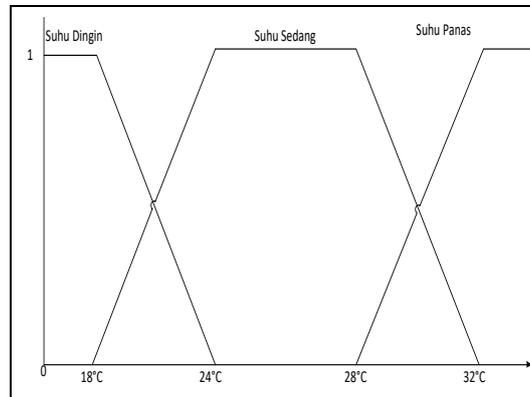
Input	Output
Suhu diantara 18°C-23°C, kondisi kandang ayam tidak normal	Pemanas otomatis menyala, kipas angin dalam kondisi mati
Suhu diantara 29°C-32°C, kondisi kandang ayam tidak normal	Kipas angin otomatis menyala, pemanas dalam kondisi mati
Kelembaban kurang dari 50%, kondisi kandang ayam tidak normal	Pemanas dalam kondisi mati, kipas dalam kondisi menyala, air sprinkler dalam kondisi nyala
Kelembaban lebih dari 60%, kondisi kandang ayam tidak normal	Sprinkler dalam kondisi mati, pemanas dalam kondisi mati, dan kipas dalam kondisi menyala

#### 3.2 Basic Pengetahuan Fuzzy

Basic pengetahuan Fuzzy adalah proses menirukan kemampuan manusia dalam mengambil keputusan. Parameter-parameter fuzzy yang akan diolah menggunakan aturan IF-THEN.

Dalam basic pengetahuan fuzzy pada gambar 7 diketahui bahwa kondisi suhu didalam kandang ada 3 bagian, yaitu suhu dingin, suhu normal, dan suhu panas.

Suhu dingin di dalam kandang memiliki parameter, yaitu 18oC-24oC, suhu normal di dalam kandang yaitu 24oC-28oC, dan pada saat suhu panas di dalam kandang berkisar pada 28oC-32oC.

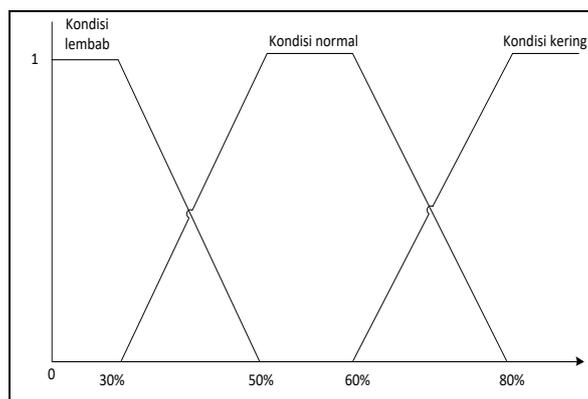


**Gambar 7. Derajat keanggotaan suhu**

Suhu :

$$\begin{aligned}
 & 1, x > 18 \\
 \text{Suhu dingin [x]} : & \frac{-(x-24)}{24-18}, 18 < x < 24 \\
 & 0, x < 24 \\
 \text{Suhu normal [x]} : & \begin{cases} 1, 24 > x < 28 \\ \frac{x-18}{24-18}, 28 \leq x \leq 32 \\ \frac{-(x-32)}{32-28}, 28 \leq x \leq 32 \end{cases} \\
 \text{Suhu kepanasan [x]} : & \begin{cases} 1, x < 32 \\ \frac{x-28}{32-28}, 28 \leq x \leq 32 \\ 0, x < 28 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Pada kondisi kelembaban di dalam kandang, terbagi menjadi 3 bagian sama seperti suhu, yaitu kelembaban kering (30%-50%), kelembaban normal (50%-60%) dan kelembaban basah (60%-80%).



**Gambar 8. derajat keanggotaan kelembaban**

$$\text{Kelembaban kering [x]} : \begin{cases} 1, x < 50 \\ \frac{-(x-50)}{50-30}, 30 < x < 50 \\ 0, x < 30 \end{cases}$$

$$\text{Kelembaban Normal [x]: } \begin{cases} 1, 50 > x < 60 \\ \frac{x-30}{50-30}, 30 < x < 50 \\ \frac{-(x-80)}{80-60}, 50 < x < 80 \\ 1, x < 80 \end{cases}$$

$$\text{Kelembaban lembab [x] : } \begin{cases} \frac{x-60}{80-60}, 60 \leq x \leq 80 \\ 0, x < 60 \end{cases}$$

### 3.3Mesin Inferensi

Dalam mesin inferensi ditentukan rules/aturan didalam kandang yang terbagi menjadi 9 bagian karena suhu terdapat 3 kondisi dan kelembaban 3 kondisi, sebagai contoh : jika suhu 19oC dan kelembaban 65% maka lampu didalam kandang menyala. Berikut adalah rules yang dibuat sesuai dengan Gambar 7 dan Gambar 8 :

1. Jika suhu dingin dan kelembaban lembab, maka lampu menyala dan kipas angin mati
2. Jika suhu dingin dan kelembaban normal, maka lampu menyala dan kipas angin mati
3. Jika suhu dingin dan kelembaban kering, maka lampu menyala dan kipas angin menyala
4. Jika suhu normal dan kelembaban lembab, maka lampu menyala dan kipas angin mati
5. Jika suhu normal dan kelembaban normal, maka lampu mati dan kipas angin mati
6. Jika suhu normal dan kelembaban kering, maka lampu mati dan kipas angin menyala
7. Jika suhu panas dan kelembaban lembab, maka lampu menyala dan kipas menyala
8. Jika suhu panas dan kelembaban normal, maka lampu mati dan kipas angin menyala
9. Jika suhu panas dan kelembaban kering, lampu mati dan kipas angin menyala

### 3.4Deffuzifikasi

Fungsi dari deffuzifikasi adalah untuk menentukan berapa lama lampu, kipas dan air sprinkler bekerja untuk menormalkan kandang ayam pada saat suhu dan kelembaban didalam kandang tidak normal

Berikut adalah contoh kasus salah satu cara menghitung deffuzifikasi untuk mengetahui berapa lama lampu menyala didalam kandang

$$\begin{aligned} \alpha \text{ pred1} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) \\ &= \min(0,790485974 \cap 0,833333488) = 0,790485974 \\ \alpha \text{ pred2} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) \\ &= \min(0,209513959 \cap 0,833333488) = 0,209513959 \\ \alpha \text{ pred3} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) = \min(0 \cap 0,833333488) \\ &= 0 \\ \alpha \text{ pred4} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) \\ &= \min(0,790485974 \cap 0,166666386) = 0,166666386 \\ \alpha \text{ pred5} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) \\ &= \min(0,209513959 \cap 0,166666386) = 0,166666386 \\ \alpha \text{ pred6} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) = \min(0 \cap 0,166666386) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha \text{ pred7} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \mu \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) = \min(0,790485974 \cap 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha \text{ pred8} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \mu \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) = \min(0,209513959 \cap 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha \text{ pred9} &= \mu \text{ suhu } 19,25708389 \text{ C} \cap \mu \text{ kelembaban } 33,33332825\% \\ &= \min(\mu \text{ suhu } [19,257083891] \cap \mu \text{ kelembaban } [33,33332825\%]) \\ &= \min(0 \cap 0) = 0 \end{aligned}$$

Keterangan :

Z : Nilai defuzzifikasi

$\alpha \text{ Pred } i$  : Nilai terkecil dari suhu dan kelembaban

Setelah mendapatkan nilai minimum  $\alpha \text{ pred}$ , maka dilakukan untuk mencari nilai dari Zi dengan cara

$$\begin{aligned} Z_{\max} - \alpha \text{ pred1}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 48 - 0,790485974.(48-40) \\ &= 48 - 6,323887792 \\ &= 41,676112208 \text{ (untuk hasil dari Z1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} - \alpha \text{ pred2}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 48 - 0,209513959.(48-40) \\ &= 48 - 1,676111672 \\ &= 46,32388828 \text{ (untuk hasil dari Z2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} - \alpha \text{ pred3}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 48 - 0.(48-40) \\ &= 48 - 0 \\ &= 48 \text{ (untuk hasil dari Z3)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} - \alpha \text{ pred4}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 48 - 1,666666386.(48-40) \\ &= 48 - 13,333331088 \\ &= 34,666668912 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} + \alpha \text{ pred4}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 20 + 1,666666386.(28-20) \\ &= 20 + 13,333331088 \\ &= 33,333331088 \end{aligned}$$

$$\text{Maka : } 34,666668912 + 33,333331088 = 68/2 = 34 \text{ (untuk hasil dari Z4)}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} - \alpha \text{ pred5}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 48 - 1,666666386.(48-40) \\ &= 48 - 13,333331088 \\ &= 34,666668912 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} + \alpha \text{ pred5}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 20 + 1,666666386.(28-20) \\ &= 20 + 13,333331088 \\ &= 33,333331088 \end{aligned}$$

$$\text{Maka : } 34,666668912 + 33,333331088 = 68/2 = 34 \text{ (untuk hasil dari Z5)}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} - \alpha \text{ pred6}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 48 - 0.(48-40) \\ &= 48 - 0 \\ &= 48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} + \alpha \text{ pred6}(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ &= 20 + 0.(28-20) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 20 + 0 \\
 &= 20 \\
 \text{Maka : } &48 + 20 = 68/2 = 34 \text{ (untuk hasil dari Z6)} \\
 Z_{\max} - \alpha \text{ pred7}(Z_{\max}-Z_{\min}) \\
 &= 28 - 0.(28-20) \\
 &= 28 - 0 \\
 &= 28 \text{ (untuk hasil Z7)} \\
 Z_{\max} - \alpha \text{ pred8}(Z_{\max}-Z_{\min}) \\
 &= 28 - 0.(28-20) \\
 &= 28 - 0 \\
 &= 28 \text{ (untuk hasil Z8)} \\
 Z_{\max} - \alpha \text{ pred9}(Z_{\max}-Z_{\min}) \\
 &= 28 - 0.(28-20) \\
 &= 28 - 0 \\
 &= 28
 \end{aligned}$$

Keterangan :

$Z_{\max}$  : Nilai maksimum dari proses inferensi

$Z_{\min}$  : Nilai minimum dari proses inferensi

$\alpha \text{ Pred } i$  : Nilai terkecil dari suhu dan kelembaban

$Z_i$  perhitungan nilai dari  $\alpha \text{ Pred } i$  dengan  $Z_{\max}$  dan  $Z_{\min}$

Apabila semua telah dihitung maka mulai menghitung nilai Z dengan rumus :

$$Z = \frac{((\alpha \text{ Pred } 1 * Z1 + \alpha \text{ pred2} * Z2 + \alpha \text{ pred3} * Z3 + \alpha \text{ pred4} * Z4 + \alpha \text{ Pred } 5 * Z5 + \alpha \text{ pred6} * Z6 + \alpha \text{ pred7} * Z7 + \alpha \text{ pred8} * Z8 + \alpha \text{ pred9} * Z9))}{(\alpha \text{ pred1} + \alpha \text{ pred2} + \alpha \text{ pred3} + \alpha \text{ pred4} + \alpha \text{ pred5} + \alpha \text{ pred6} + \alpha \text{ pred7} + \alpha \text{ pred8} + \alpha \text{ pred9})}$$

$$Z = \frac{((0,790485974 * 41,676112208 + 0,209513959 * 46,32388828 + 0 * 48 + 0,1666666386 * 34 + 0,1666666386 * 34 + 0 * 34 + 0 * 28 + 0 * 28 + 0 * 28))}{((0,790485974 + 0,209513959 + 0 + 0,1666666386 + 0,1666666386 + 0 + 0 + 0 + 0))}$$

$$Z = \frac{((32,94438215127417 + 9.705501229816500 + 0 + 5,6666657124 + 5,6666657124 + 0 + 0 + 0 + 0))}{((0,790485974 + 0,209513959 + 0 + 0,1666666386 + 0,1666666386 + 0 + 0 + 0 + 0))}$$

$$Z = \frac{(53,98321480589067)}{1,3333332102} = 40,48741484343076 \text{ Menit}$$

Hasil yang ditemukan adalah waktu untuk mencari lamanya lampu menyala dengan satuan menit.

Keterangan :

Z : Nilai defuzzifikasi

$\alpha \text{ Pred } 1$  : Nilai terkecil dari suhu dan kelembaban

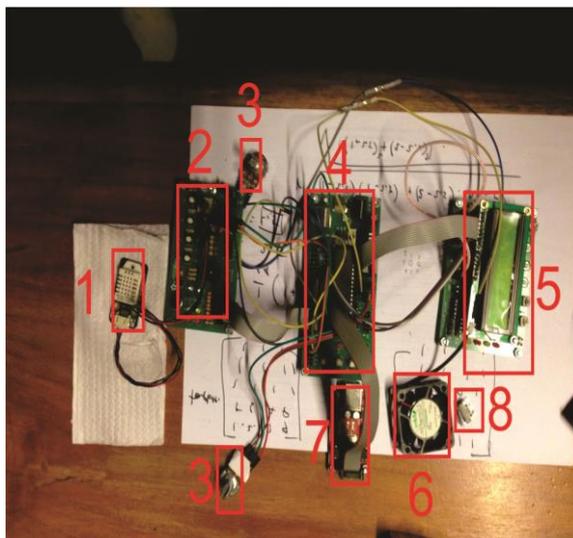
$Z_i$  perhitungan nilai dari  $\alpha \text{ Pred } i$  dengan  $Z_{\max}$  dan  $Z_{\min}$

Setelah  $\alpha \text{ Pred}$  dan  $Z_i$  telah didapatkan, hitunglah menggunakan rumus dibawah.

Proses defuzzifikasi ini dilakukan untuk mengetahui lama nya proses menormalkan kandang baik itu menggunakan kipas, lampu, dan air(sprinkler).

### 3.1 Perancangan Mikrokontroller

Berikut ini adalah rancangan hardware untuk penerapan fuzzy logic tsukamoto.



**Gambar 9. Perancangan mikrokontroler**

Keterangan :

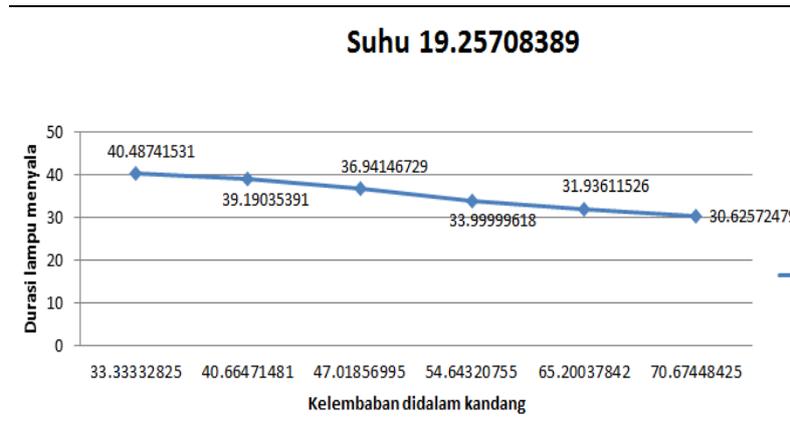
- 1) Sensor suhu dan kelembaban DHT-22.
- 2) Input dan output untuk lampu, kipas, dan gas ammonia.
- 3) Potensiometer untuk simulasi suhu dan kelembaban.
- 4) Mikrokontroler ATmega-16.
- 5) Mikrokontroler Real Time Clock (RTC).
- 6) Kipas angin untuk output suhu dan kelembaban.
- 7) Downloader untuk memberikan input dari software ke hardware.
- 8) Limit switch untuk memberikan output stok pakan dengan membunyikan buzzer.

### 3.2 Pengujian Fitur

**Tabel 3. Hasil Pengujian fitur-fitur yang terdapat dalam kandang ayam 'pintar'**

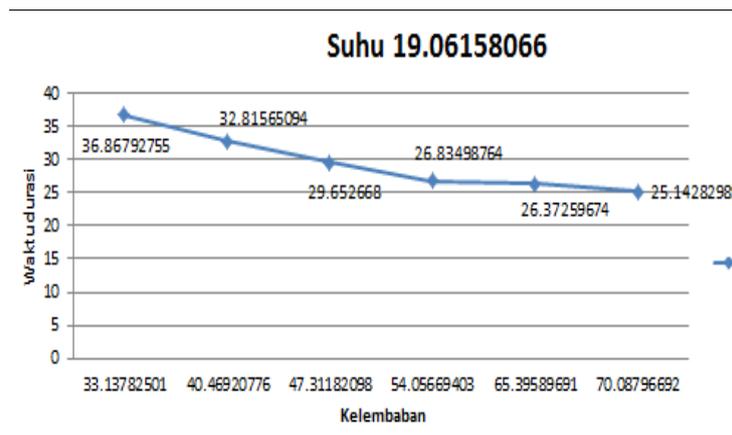
No	Nama Fitur	Hardware	Fungsi	Kondisi	Hasil
1	Alarm Stok Makanan	Limit Switch dan Buzzer	Memberi peringatan saat stok makanan akan habis	Saat bandul menekan limit switch	Berhasil
2	Memberi pakan secara otomatis	Mikrokontroler RTC ( <i>Real Time Clock</i> )	Memberi pakan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan	Saat timer menunjukkan waktu pukul 08.00 dan 16.00	Berhasil
3	Peringatan kadar ammonia tinggi	Potensio dan Buzzer	Memberikan peringatan pada saat kadar ammonia melebihi ambang batas normal	Pada saat kadar ammonia melebihi 24 ppm	Berhasil

### 3.3 Pengujian Fuzzy Logic Tsukamoto



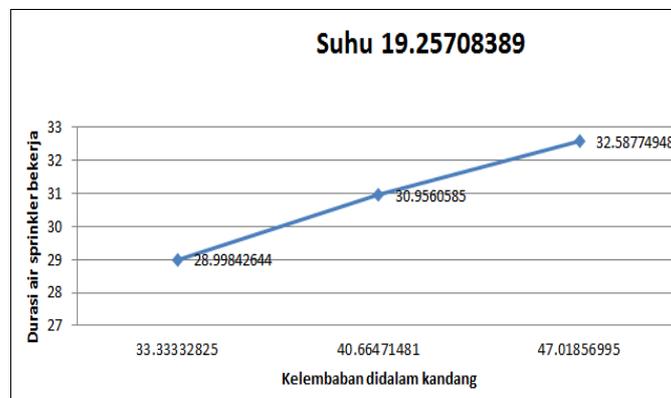
**Gambar 11. Durasi lampu menyala terhadap kelembaban**

Gambar 11 menjelaskan grafik kelembaban terhadap waktu ketika kondisi 19,25708389 derajat. Kondisi lampu akan menyala sekitar 40 – 29 menit ketika kondisi kelembaban 33 – 70 persen.



**Gambar 12. Durasi kipas berputar terhadap kelembaban**

Gambar 12 menjelaskan grafik kelembaban terhadap waktu ketika kondisi 19,25708389 derajat. Kondisi kipas akan bergerak sekitar 28 – 40 menit ketika kondisi kelembaban 33 – 70 persen.



**Gambar 13. Durasi air sprinkler bekerja terhadap kelembaban**

Gambar 13 menjelaskan grafik kelembaban terhadap waktu ketika kondisi suhu 19,25708389 derajat. Kondisi sprinkler akan bergerak sekitar 28 – 32 menit ketika kondisi kelembaban 33 – 49 persen

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan pengujian, dengan adanya metode fuzzy logic tsukamoto yang dibantu sistem sebagai acuan untuk dapat menentukan titik-titik krusial, dan membuat kondisi kandang ayam menjadi stabil dengan durasi waktu yang panjang, agar pada saat cuaca diluar kandang berubah drastis, cuaca di dalam kandang tidak berubah drastis seperti kondisi cuaca diluar r kandang. Dengan menggunakan perhitungan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan sistem, maka akurasi yang didapat yaitu 100%.

#### **DAFTAR RUJUKAN**

- [1] Irvan Afriandi, 2012 "Pengaruh Curah Hujan, Temperature dan Kelembaban, Terhadap Kejadian Penyakit DBD"
- [2] Ghozalic, 2015 "Kelembapan Udara dan Awan"
- [3] Suyanto, Bandung 2014 "Artificial Intelligence"
- [4] Institut Pertanian Bogor, 2012 "Sistem Pakar Departemen Ilmu Komputer"
- [5] Bunga Amelia Restu Puteri, 2014 "Penentuan Kategori Beasiswa Menggunakan Fuzzy Logic Tsukamoto"