

SISTEM PENGONTROL PORSI MAKAN KUCING PADA SMART CAT FEEDER MENGGUNAKAN METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI

CAT FOOD PORTION CONTROL SYSTEM ON SMART CAT FEEDER USING METHOD FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI

Anugerah Dwi Pekerti 1, Randy Erfa Saputra, S.T., M.T. 2 Anton Siswo Raharjo Ansori, S.T., M.T. 3
1,2,3 Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
1 anugerahdwi@student.telkomuniversity.ac.id, 2 resaputra@telkomuniversity.ac.id,
3 raharjo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kucing merupakan salah satu jenis hewan peliharaan yang sangat digemari dan banyak dipelihara saat ini. Para pemelihara kucing datang dari berbagai macam latar belakang yang berbeda-beda. Karena hal tersebut maka timbul masalah dalam cara pemeliharaan dan perawatan kucing, salah satu masalah yang timbul yaitu sulitnya untuk dapat memberikan porsi makan yang ideal kepada kucing setiap harinya. Dari masalah tersebut, maka dalam penelitian ini dibuat suatu sistem pengontrol porsi makan ideal kucing menggunakan metode *Fuzzy Inference System Mamdani*. Sistem yang dibuat diharapkan dapat mengontrol porsi makan yang ideal untuk kucing setiap harinya, sehingga resiko kucing mengalami kekurangan gizi ataupun obesitas dapat berkurang karena porsi makan yang dikonsumsi setiap harinya dapat selalu dikontrol.

Dalam penelitian ini, sistem pengontrol porsi makan ideal kucing hanya dapat digunakan oleh 1 ekor kucing. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat akurat dalam setiap memberikan makan kepada kucing, dimana nilai akurasi mencapai 100%. Selain itu, sistem juga dapat mengontrol porsi makan yang diberikan kepada kucing dengan porsi yang ideal setiap harinya dengan nilai tingkat akurasi keberhasilan mencapai 87,5%.

Kata Kunci: *Fuzzy Logic, Fuzzy Inference System, Mamdani*

Abstract

Cats are one of the most popular and well preserved pets. Cat nurturers come from a variety of different backgrounds. Because of this, problems arise in the way of maintenance and care of cats, one of the problems that arise is the difficulty to be able to give an ideal portion of food to the cat every day. From this problem, in this research is made an ideal portion control system feeding the cat using the Fuzzy method Inference System Mamdani. The system that is made is expected to control the ideal eating portion for the cat every day, so that the risk of cats experiencing malnutrition or obesity can be reduced because the portion of food consumed daily can always be controlled.

In this study, a portion control system eating ideal cats can only be used by 1 cat tail. The results of the research show that the system can be accurate in any feeding to the cat, where its accuracy value reaches 100%. In addition, the system can also control the portion of the meal given to the cat with the ideal portion every day with a value of the accuracy of success reached 87.5%.

Keywords: *Fuzzy Logic, Fuzzy Inference System, Mamdani*

1. Pendahuluan

Kucing merupakan salah satu jenis hewan peliharaan yang sangat populer dan banyak dipelihara saat ini [1]. Para pemelihara kucing datang dari berbagai macam kalangan usia dan latar belakang yang berbeda-beda, karena hal tersebut maka timbul permasalahan dalam cara pemeliharaan dan perawatan kucing di rumah. Masalah yang sering terjadi yaitu sulitnya bagi pemelihara kucing untuk memberikan makan dengan porsi yang ideal kepada kucing setiap harinya, sehingga kucing seringkali mendapatkan porsi makan yang tidak ideal seperti porsi makan yang

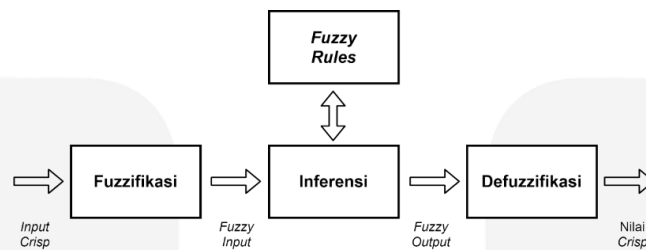
kurang ataupun berlebihan [4]. Jika masalah tersebut terjadi terus-menerus dalam jangka waktu yang panjang, maka dikemudian hari dapat beresiko menimbulkan masalah pada kesehatan kucing seperti kurang gizi ataupun obesitas.

Sebelumnya telah diciptakan berbagai macam alat *smart cat feeder* untuk memberikan kemudahan bagi para pemelihara kucing. *Internet of Things* (IoT) merupakan konsep yang paling banyak digunakan dalam sistem *smart cat feeder* [2][3]. Dengan menggunakan konsep IoT, pemelihara kucing dapat mengirimkan perintah kepada *smart cat feeder* untuk memberikan makan kepada kucing menggunakan *mobile application* [5][6]. Namun *smart cat feeder* yang telah ada saat ini hanya dapat memberikan makan kepada kucing tanpa memperhatikan porsi makan yang ideal untuk kucing itu sendiri [4]. Untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mengontrol porsi makan ideal kucing.

Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk sistem tersebut yaitu *Fuzzy Inference System* Mamdani. Logika *Fuzzy* dalam cara kerjanya memiliki nilai kesamaran (*fuzzyness*) antara benar dan salah, serta memiliki sistem penalaran yang menyerupai intuisi atau perasaan manusia sehingga cocok digunakan untuk sistem yang membutuhkan proses penalaran di dalamnya [12]. Selain itu metode *Inference System* Mamdani memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Inference System* yang lainnya seperti Tsukamoto dan Sugeno [7], sehingga *Fuzzy Inference System* Mamdani cocok digunakan dalam sistem pengontrol porsi makan ideal kucing yang terdapat proses penalaran di dalamnya.

2. Dasar Teori

2.1 Logika Fuzzy



Gambar 1. Diagram Blok Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* merupakan salah satu cabang ilmu kecerdasan buatan yang digunakan untuk membangun sebuah sistem cerdas [11]. Sebelum munculnya teori Logika *Fuzzy*, dikenal terlebih dahulu sebuah Logika Tegas (*Crisp Logic*) yang memiliki nilai benar dan salah secara tegas. Sebaliknya Logika *Fuzzy* adalah sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar dan salah. Dalam teori Logika *Fuzzy* suatu nilai bisa bernilai benar dan salah secara bersamaan, namun berapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. [12].

2.2 Variabel Fuzzy

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy* [8]. Variabel *fuzzy* berupa karakter yang mewakili sejumlah nilai yang tidak tentu dalam suatu sistem *fuzzy*, dan dijadikan sebagai basis dalam suatu sistem penalaran *fuzzy* [9].

2.3 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy* [15]. Himpunan *fuzzy* didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi, sehingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan riil pada interval antara 0 sampai dengan 1. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu *item* dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga berada pada nilai yang terletak diantaranya.

2.4 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik data *input* (sumbu x) kepada nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval mulai dari 0 sampai dengan 1 [15]. Salah satu cara yang digunakan untuk menggambarkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

2.5 Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode MIN-MAX. Menggunakan MIN pada fungsi implikasi, dan MAX pada agregasi atau komposisi antar fungsi implikasi [15]. Pada metode MIN nilai yang akan digunakan sebagai implikasi adalah nilai yang paling terendah. Hasil implikasi *fuzzy* dari setiap *rules* ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran infrensi *fuzzy*. Sedangkan pada metode MAX solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum dari *fuzzy rules* yang kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikan ke *output* dengan menggunakan operator OR [10]. Persamaan metode MAX dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \quad (1)$$

Dimana $\mu_{sf}[x_i]$ merupakan nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-I, dan untuk $\mu_{kf}[x_i]$ merupakan nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

2.6 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengolah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi *rules fuzzy* untuk menghasilkan *output* berupa suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Metode yang paling sering digunakan untuk defuzzifikasi pada metode Mamdani yaitu metode *Centroid*, dimana hasil *output* nilai *crisp* diperoleh dengan mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Persamaan dari metode *Centroid* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)} \quad (2)$$

dimana:

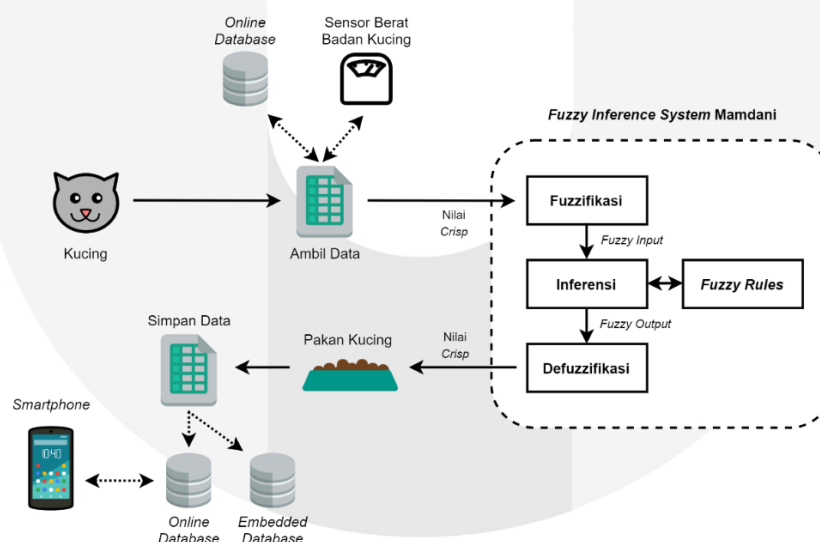
y^* = nilai *crisp*

$\sum y \mu_R(y)$ = momen untuk semua daerah hasil komposisi *rules*

$\sum \mu_R(y)$ = luas setiap daerah hasil komposisi *rules*

3. Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 2. Gambaran Umum Sistem

Sistem dimulai ketika kucing datang menghampiri alat *smart cat feeder*, ketika kucing telah menduduki atau berdiri diatas sensor berat badan kucing maka *smart cat feeder* akan mendeteksi keberadaan kucing. Setelah keberadaan kucing terdeteksi, proses selanjutnya yaitu *smart cat feeder* mengambil data kucing yang diperlukan untuk menjalankan sistem pengontrol porsi makan ideal kucing. Setelah semua data telah didapatkan, maka dilanjutkan dengan menjalankan sistem pengontrol porsi makan ideal kucing menggunakan metode *Fuzzy Inference System Mamdani*.

Semua data yang telah didapatkan sebelumnya akan dijadikan sebagai nilai *input* dalam bentuk nilai *crisp* untuk sistem pengontrol porsi makan ideal kucing. Hasil *output* dari sistem pengontrol porsi makan ideal kucing yaitu berupa nilai *crisp* yang digunakan sebagai keputusan apakah kucing diperbolehkan makan atau tidak.

Setelah kucing selesai makan, lalu *smart cat feeder* akan mengambil data jumlah pakan yang dikeluarkan oleh *smart cat feeder* dan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh kucing dari keseluruhan pakan yang dikeluarkan. Data tersebut akan digabungkan bersama dengan data hasil proses sistem pengontrol porsi makan ideal kucing lalu dikirim dan disimpan ke dalam *online database* dan *embedded database* agar data riwayat makan kucing selalu diperbarui. Pemilik kucing dapat mengontrol alat *smart cat feeder* dan memantau porsi makan yang telah diberikan oleh sistem pengontrol porsi makan ideal kucing kepada kucing melalui aplikasi *smart cat feeder*, dimana aplikasi tersebut akan selalu terhubung dengan *online database*.

3.2 Variabel dan Himpunan Fuzzy

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang akan dioperasikan dan digunakan untuk menyimpan sementara nilai *input* berupa nilai *crisp* dalam suatu sistem *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut yang saling terkait di dalamnya, yaitu nilai linguistik dan nilai numerik. Di dalam sistem ini terdapat 5 buah variabel *fuzzy* yang digunakan, yaitu diantaranya 4 buah variabel *input* dan 1 buah variabel *output*. Variabel dan himpunan *fuzzy* tersebut dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel dan Himpunan Fuzzy

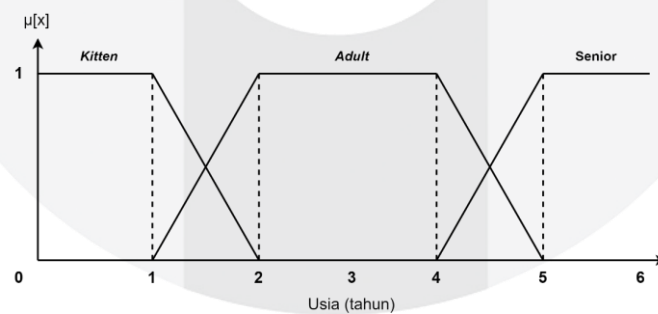
Jenis Variabel Fuzzy	Nama Variabel Fuzzy
Variabel Input	Usia
	Berat Badan
	Pakan Telah Dikonsumsi
	Sisa Pakan
Variabel Output	Porsi Makan

3.3 Fungsi Keanggotaan

Berdasarkan variabel dan himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan seperti yang terdapat pada tabel 1, berikut merupakan persamaan fungsi keanggotaan dan kurva fungsi keanggotaan yang digunakan dalam sistem pengontrol porsi makan ideal kucing:

1. Persamaan dan kurva fungsi keanggotaan variabel usia

Terdapat 3 nilai linguistik yang dimiliki variabel usia, diantaranya {*kitten*, *adult*, *senior*}. Nilai linguistik tersebut dapat dilihat pada kurva fungsi keanggotaan sebagai berikut:



Gambar 3. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Usia

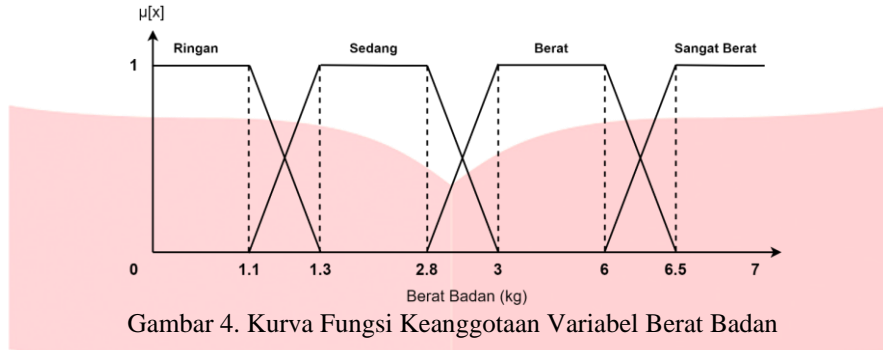
$$\mu_{Kitten} [x] \begin{cases} 0; & x \geq 2 \\ \frac{2-x}{2-1}; & 1 < x < 2 \\ 1; & x \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{Senior} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 4 \\ \frac{x-4}{5-4}; & 4 < x < 5 \\ 1; & x \geq 5 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Adult} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 1, x \geq 5 \\ \frac{x-1}{2-1}; & 1 < x < 2 \\ \frac{5-x}{5-4}; & 4 < x < 5 \\ 1; & 2 \leq x \leq 4 \end{cases} \quad (4)$$

2. Persamaan dan kurva fungsi keanggotaan variabel berat badan

Terdapat 4 nilai linguistik yang dimiliki variabel berat badan, diantaranya {ringan, sedang, berat, sangat berat}. Nilai linguistik tersebut dapat dilihat pada kurva fungsi keanggotaan sebagai berikut:



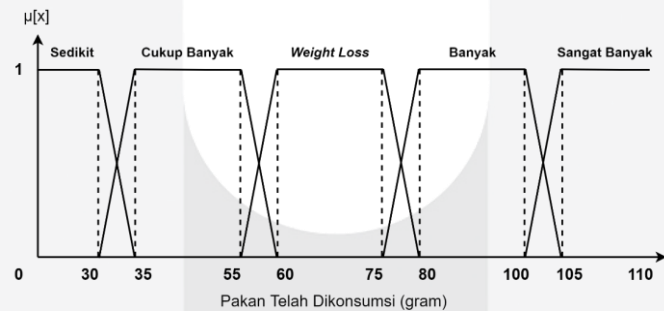
Gambar 4. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Berat Badan

$$\mu_{\text{Ringan}} [x] \begin{cases} 0; & x \geq 1.3 \\ \frac{1.3 - x}{1.3 - 1.1}; & 1.1 < x < 1.3 \\ 1; & x \leq 1.1 \end{cases} \quad (6) \quad \mu_{\text{Sedang}} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 1.1, x \geq 3 \\ \frac{x - 1.1}{1.3 - 1.1}; & 1.1 < x < 1.3 \\ \frac{3 - x}{3 - 2.8}; & 2.8 < x < 3 \\ 1; & 1.3 \leq x \leq 2.8 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{\text{Berat}} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 2.8, x \geq 6.5 \\ \frac{x - 2.8}{3 - 2.8}; & 2.8 < x < 3 \\ \frac{6.5 - x}{6.5 - 6}; & 6 < x < 6.5 \\ 1; & 3 \leq x \leq 6 \end{cases} \quad (8) \quad \mu_{\text{Sangat Berat}} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ \frac{x - 6}{6.5 - 6}; & 6 < x < 6.5 \\ 1; & x \geq 6.5 \end{cases} \quad (9)$$

3. Persamaan dan kurva fungsi keanggotaan variabel pakan telah dikonsumsi

Terdapat 5 nilai linguistik yang dimiliki variabel pakan telah dikonsumsi, diantaranya {sedikit, cukup banyak, *weight loss*, banyak, sangat banyak}. Nilai linguistik tersebut dapat dilihat pada kurva fungsi keanggotaan sebagai berikut:



Gambar 5. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Pakan Telah Dikonsumsi

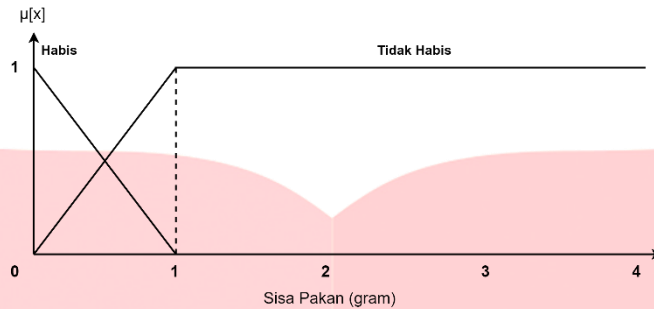
$$\mu_{\text{Sedikit}} [x] \begin{cases} 0; & x \geq 35 \\ \frac{35 - x}{35 - 30}; & 30 < x < 35 \\ 1; & x \leq 30 \end{cases} \quad (10) \quad \mu_{\text{Cukup Banyak}} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 30, x \geq 60 \\ \frac{x - 30}{35 - 30}; & 30 < x < 35 \\ \frac{60 - x}{60 - 55}; & 55 < x < 60 \\ 1; & 35 \leq x \leq 55 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{\text{Weight Loss}} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 55, x \geq 80 \\ \frac{x - 55}{60 - 55}; & 55 < x < 60 \\ \frac{80 - x}{80 - 75}; & 75 < x < 80 \\ 1; & 60 \leq x \leq 75 \end{cases} \quad (12) \quad \mu_{\text{Banyak}} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 75, x \geq 105 \\ \frac{x - 75}{80 - 75}; & 75 < x < 80 \\ \frac{105 - x}{105 - 100}; & 100 < x < 105 \\ 1; & 80 \leq x \leq 100 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{\text{Sangat Banyak}} [x] \begin{cases} 0; & x \leq 100 \\ \frac{x - 100}{105 - 100}; & 100 < x < 105 \\ 1; & x \geq 105 \end{cases} \quad (14)$$

4. Persamaan dan kurva fungsi keanggotaan variabel sisa pakan

Terdapat 2 nilai linguistik yang dimiliki variabel sisa pakan, diantaranya {habis, tidak habis}. Nilai linguistik tersebut dapat dilihat pada kurva fungsi keanggotaan sebagai berikut:



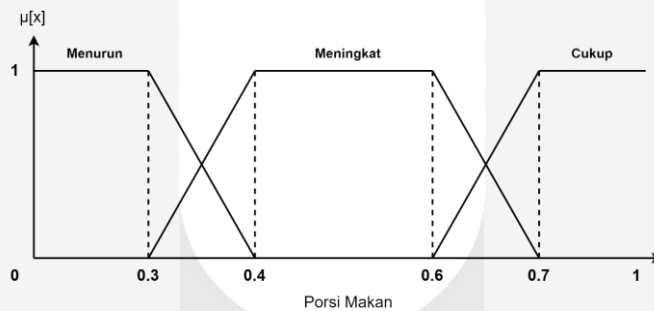
Gambar 6. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Sisa Pakan

$$\mu \text{ Habis } [x] \begin{cases} 0; & x \geq 1 \\ \frac{1-x}{1-0}; & 0 < x < 1 \\ 1; & x = 0 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu \text{ Tidak Habis } [x] \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ \frac{x-0}{1-0}; & 0 < x < 1 \\ 1; & x \geq 1 \end{cases} \quad (16)$$

5. Persamaan dan kurva fungsi keanggotaan variabel porsi makan

Terdapat 3 nilai linguistik yang dimiliki variabel porsi makan, diantaranya {menurun, meningkat, cukup}. Nilai linguistik tersebut dapat dilihat pada kurva fungsi keanggotaan sebagai berikut:



Gambar 7. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Porsi Makan

$$\mu \text{ Menurun } [x] \begin{cases} 0; & x \geq 0.4 \\ \frac{0.4-x}{0.4-0.3}; & 0.3 < x < 0.4 \\ 1; & x \leq 0.3 \end{cases} \quad (17)$$

$$\mu \text{ Cukup } [x] \begin{cases} 0; & x \leq 0.6 \\ \frac{x-0.6}{0.7-0.6}; & 0.6 < x < 0.7 \\ 1; & x \geq 0.7 \end{cases} \quad (19)$$

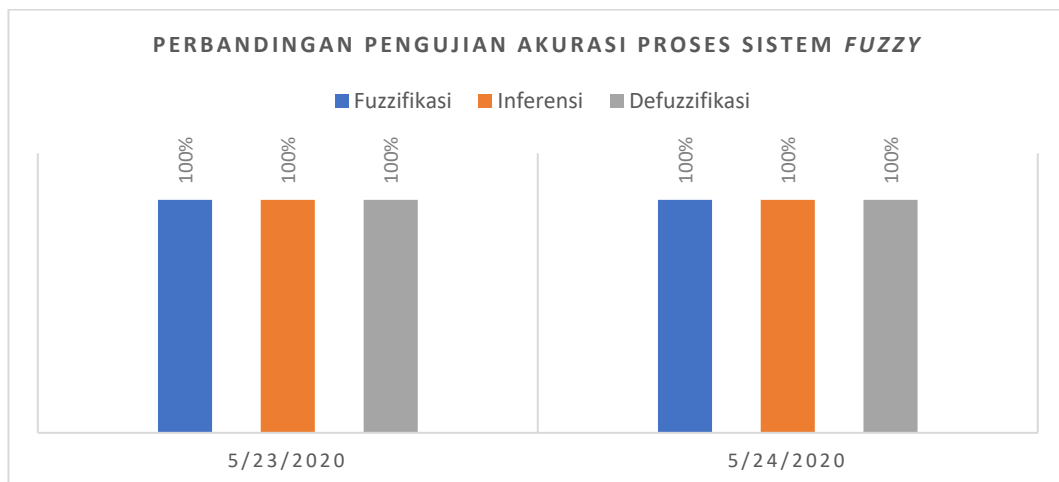
$$\mu \text{ Meningkat } [x] \begin{cases} 0; & x \leq 0.3, x \geq 0.7 \\ \frac{x-0.3}{0.4-0.3}; & 0.3 < x < 0.4 \\ \frac{0.7-x}{0.7-0.6}; & 0.6 < x < 0.7 \\ 1; & 0.4 \leq x \leq 0.6 \end{cases} \quad (18)$$

3.4 Tingkat Akurasi

Terdapat 2 jenis tingkat akurasi dalam sistem pengontrol porsi makan ideal kucing, diantaranya akurasi pemberian makan dan akurasi pengontrol porsi makan. Untuk masing-masing penjelasan dari tingkat akurasi tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

1. Akurasi pemberian makan

Berikut dapat dilihat pada gambar 8 merupakan grafik perbandingan hasil pengujian akurasi dari masing-masing proses sistem fuzzy yang telah dilakukan, dan data pengujian masing-masing proses sistem fuzzy tersebut dipisah berdasarkan pada hari pengujiannya.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Pengujian Akurasi Proses Sistem *Fuzzy*

Berdasarkan data yang terdapat di dalam grafik perbandingan pengujian akurasi proses sistem *fuzzy* seperti pada gambar 8, data tersebut akan digunakan untuk menghitung tingkat akurasi setiap pemberian makan dari sistem pengontrol porsi makan ideal kucing. Berikut pada tabel 2 merupakan tingkat akurasi setiap pemberian makan yang telah dihitung:

Tabel 2. Tingkat Akurasi Pemberian Makan

Tanggal	Akurasi Fuzzifikasi	Akurasi Inferensi	Akurasi Defuzzifikasi	Tingkat Akurasi Pemberian Makan
23-05-2020	100%	100%	100%	100%
24-05-2020	100%	100%	100%	100%

2. Akurasi Pengontrol Porsi Makan

Dalam pengujian ini akan dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam mengontrol porsi makan kucing yang diberikan setiap harinya. Pengujian dilakukan dengan menghitung jumlah keberhasilan dan kegagalan sistem dalam mengontrol porsi makan kucing. Sistem dapat dikatakan berhasil mengontrol porsi makan jika dapat memberikan porsi makan kepada kucing sesuai dengan porsinya atau tidak berlebihan dan tidak kekurangan setiap harinya. Berikut pada tabel 4 merupakan data hasil pengujian akurasi pengontrol porsi makan yang dilakukan langsung kepada kucing selama 16 hari:

Tabel 3. Data Status Keberhasilan Pengontrol Porsi Makan

Jumlah Status Berhasil	Jumlah Status Gagal
14	2

Tabel 4. Persentase Akurasi Pengontrol Porsi Makan

Persentase Keberhasilan	Persentase Gagal
87,5%	12,5%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Fuzzy Inference System* Mamdani cocok diimplementasikan untuk sistem pengontrol porsi makan ideal kucing, dimana di dalam sistem tersebut dibutuhkan proses penalaran agar dapat berjalan dengan baik. Metode *Fuzzy Inference System* Mamdani dapat diimplementasikan ke dalam sistem dengan menggunakan 4 variabel *input* yaitu variabel usia, berat badan, pakan telah dikonsumsi, sisa pakan, dan 1 variabel *output* yaitu variabel porsi makan;
2. Sistem pengontrol porsi makan ideal kucing dapat memberikan makan kepada kucing dengan akurat, dimana nilai akurasi mencapai 100% dalam setiap memberikan makan kepada kucing;
3. Sistem pengontrol porsi makan ideal kucing dapat mengontrol porsi makan yang diberikan kepada kucing dengan porsi yang ideal setiap harinya dengan nilai tingkat akurasi keberhasilan mencapai 87,5%. Nilai akurasi tersebut dapat terus ditingkatkan dengan cara membiasakan kucing untuk makan menggunakan alat *smart cat feeder*.

Daftar Pustaka:

- Walden, L. (2019, November 20). A Guide to Worldwide Pet Ownership. Retrieved from petsecure.com.au: <https://www.petsecure.com.au/pet-care/a-guide-to-worldwide-pet-ownership>
- [1] C. Own, C. Teng, J. Zhang, W. Yuan and S. Tsai, "Intelligent pet monitor system with the internet of things," *2011 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Guilin, 2011
 - [2] Adriansyah, Andi and Wibowo, Muchd and Ihsanto, Eko, "Design of Pet Feeder using Web Server as Internet of Things Application." *2016 International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, Jakarta, 2016
 - [3] N. Lee, H. Lee and H. Lee, "Things-aware smart pet-caring system with internet of things on web of object architecture," *2016 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, Jeju, 2016
 - [4] W. Wu, K. Cheng and P. Lin, "A remote pet feeder control system via MQTT protocol," *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, Chiba, 2018
 - [5] Vania, K. Karyono and I. H. T. Nugroho, "Smart dog feeder design using wireless communication, MQTT and Android client," *2016 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)*, Tangerang, 2016
 - [6] Irfan, M., Jumadi, & Ayuningtias, L. P. (2017). Analisa Perbandingan Logik Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, 9-16.
 - [7] Sukandy, D. M., Basuki, A. T., & Puspasari, S. (2014). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Minyak Sawit Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus PT Perkebunan Mitra Ogan Baturaja). *Jurnal Teknik Informatika*, 1-9.
 - [8] Irsan, M. Y., Kasau, M. I., & Simbolon, I. P. (2019). Penggunaan Fuzzy Logic & Metode Mamdani untuk Menghitung Pembelian, Penjualan dan Persediaan. *Journal of Applied Accounting and Finance*, 37-48.
 - [9] Harahap, S. D. (2019). Perancangan Pintu Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Control. *Jurnal Pelita Informatika*, 318-322.
 - [10] Yulmaini. (2011). Penggunaan Logika Fuzzy dalam pemilihan peminatan Mahasiswa untuk Tugas Akhir (Studi Kasus : Jurusan Teknik Informatika IBI Darmajaya). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
 - [11] UWM Universitas Widyagama Malang. Logika Fuzzy. k12008.widyagama.ac.id. (diakses 8 Mei 2012)
 - [12] Kusumadewi, 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta
 - [13] Suyanto, 2007, *Artificial Intelligence : Searching, Reasoning, Planning, and Learning*, Informatika, Bandung
 - [14] Kusumadewi, S. dan Purnomo, H., 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy: Untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta