
PENERAPAN LOGIKA FUZZY PADA MESIN CUCI OTOMATIS DENGAN METODE TSUKAMOTO

Muhammad Ashim Madani^{1✉}, Muhammad Thoriq²

¹Universitas Adzkie

² Universitas Adzkie

muhammadashimadani1412@gmail.com

thoriq.if@adzkie.ac.id

Abstract

Automatic systems in washing machines require controls that are able to handle uncertainties in the washing process, such as variations in laundry weight and dirtiness. In this study, fuzzy logic is applied with the Tsukamoto method to regulate the washing duration and amount of water based on the input of laundry weight and dirtiness. The Tsukamoto method was chosen because of its ability to produce firm output through a fuzzy inference approach. The results of this implementation indicate that a fuzzy logic-based control system can provide a more flexible and efficient response in determining washing parameters compared to conventional control systems. Tests on several washing scenarios show that this method is able to improve the performance of automatic washing machines with more adaptive settings to varying laundry conditions.

Keywords: Fuzzy logic, Tsukamoto method, automatic washing machine, Automatic Control, fuzzy inference system.

Abstrak

Sistem otomatis pada mesin cuci memerlukan kontrol yang mampu menangani ketidakpastian dalam proses pencucian, seperti variasi berat cucian dan tingkat kekotoran. Dalam penelitian ini, diterapkan logika fuzzy dengan metode Tsukamoto untuk mengatur durasi pencucian dan jumlah air berdasarkan input berat cucian dan tingkat kekotoran. Metode Tsukamoto dipilih karena kemampuannya dalam menghasilkan output tegas melalui pendekatan inferensi fuzzy. Hasil dari implementasi ini menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis logika fuzzy dapat memberikan respons yang lebih fleksibel dan efisien dalam menentukan parameter pencucian dibandingkan dengan sistem kontrol konvensional. Uji coba pada beberapa skenario pencucian menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan kinerja mesin cuci otomatis dengan pengaturan yang lebih adaptif terhadap kondisi cucian yang bervariasi.

Kata kunci: Logika fuzzy, metode Tsukamoto, mesin cuci otomatis, Kontrol Otomatis, sistem inferensi fuzzy.

JRSKM is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Kebersihan merupakan sebagian dari iman, hal ini menjadi perhatian dalam kehidupan manusia. Masalah kebersihan menjadi sesuatu yang cukup kompleks dalam kehidupan manusia, terutama tentang kebersihan pakaian sebagai mana bukti nyata dari kepribadian manusia itu sendiri. Zaman dahulu, mencuci dilakukan dengan cara menggosok, memeras, dan membilas sehingga membutuhkan banyak tenaga, tetapi sekarang proses mencuci sebagian besar dilakukan dengan menggunakan mesin pencuci.

Perkembangan teknologi pada saat ini mulai bergeser kepada otomatisasi sistem kendali dengan campur tangan manusia dalam jumlah yang sangat kecil. Didukung oleh pesatnya perkembangan sistem komputer yang semakin canggih, sistem kendali otomatis juga mengalami perkembangan yang signifikan. Seiring dengan perkembangan teknologi, mesin cuci yang pada awalnya dikendalikan oleh manusia, lambat laun dikendalikan oleh sebuah rangkaian kendali otomatis yang dalam pengoperasiannya sepenuhnya dilakukan oleh sistem komputer dengan acuan dan aturan-aturan yang mirip digunakan oleh manusia untuk mengendalikan mesin cuci.

Metodologi yang digunakan adalah Tsukamoto. Metode Fuzzy Tsukamoto adalah metode yang memiliki toleransi pada data dan sangat fleksibel. Kelebihan dari metode Tsukamoto yaitu bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu. Metode Tsukamoto memiliki 3 tahap yang penting, yaitu: 1. Fuzzifikasi untuk menentukan variabel, himpunan, dan nilai domain, 2. Inferensi untuk proses pembentukan rules dan fungsi implikasi Min, dan 3. Defuzzifikasi dengan menggunakan metode rata-rata terbobot.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Tsukamoto dengan menggunakan mesin cuci otomatis. Berdasarkan kasus penelitian mesin cuci otomatis sebuah pabrik mesin cuci akan membuat sebuah mesin cuci otomatis berbasis fuzzy yang dapat mengatur kecepatan mesin berdasarkan banyaknya pakaian dan tingkat kekotoran. Adapun tahapan pada metode Tsukamoto sebagai berikut:

1. Fuzzy

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Dalam fuzzy dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 hingga 1. Berbeda dengan himpunan yang memiliki nilai 0 atau 1. Sedangkan logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu, fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran.

2. Membentuk himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Sedangkan, variabel linguistik yang digunakan berupa variabel input dan variabel output yang dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

3. Logika fuzzy

Logika fuzzy adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang menstimulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner.

4. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan proses mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas (crisp) menjadi variable linguistic (fuzzy) menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan pada basis pengetahuan (Restuputri, Mahmudy, & Cholissodin, 2015).

5. Inferensi

Inferensi merupakan proses mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy dengan cara mengikuti aturan-aturan (if-then) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan fuzzy.

6. Fungsi linier turun

Fungsi linier turun yaitu himpunan fuzzy dimulai dari nilai wilayah dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Suatu fungsi derajat keanggotaan fuzzy disebut fungsi linier turun jika mempunyai 2 parameter, yaitu $a, b \in \mathbb{R}$, dan dinyatakan dengan aturan:

$$\mu(x; a, b) = \begin{cases} 1 & ; x < a \\ (b - x)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x > b \end{cases}$$

7. Fungsi linier naik

Fungsi linier naik yaitu kenaikan himpunan fuzzy dimulai pada nilai wilayah yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju nilai wilayah yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Fungsi derajat keanggotaan fuzzy disebut fungsi linier naik jika mempunyai 2 parameter, yaitu $a, b \in \mathbb{R}$, dan dinyatakan dengan aturan:

$$\mu(x; a, b) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ (b - x)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

Suatu fungsi derajat keanggotaan fuzzy disebut fungsi segitiga jika mempunyai tiga buah parameter, yaitu $p, q, r \in \mathbb{R}$ dengan $p < q < r$ dan dinyatakan dengan aturan:

$$\mu(x, p, q, r) = \begin{cases} (x - p)/(q - p) & ; p \leq x \leq q \\ (r - x)/(r - q) & ; q \leq x \leq r \\ 0 & ; x < p \text{ atau } x > r \end{cases}$$

8. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses mengubah hasil dari tahap interferensi menjadi output yang bernilai tegas (crisp) menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan. Defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Z^* = \frac{\sum_i^n \text{apredikat}_i * Z_i}{\sum_i^n \text{apredikat}_i}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini berdasarkan kasus penelitian mesin cuci otomatis sebuah pabrik mesin cuci akan membuat sebuah mesin cuci otomatis berbasis fuzzy yang dapat mengatur kecepatan mesin berdasarkan banyaknya pakaian dan tingkat kekotoran. Mesin cuci telah dilengkapi dengan sensor yang dapat mendeteksi banyaknya pakaian dan tingkat kekotoran pakaian. Spesifikasinya sebagai berikut:

- Banyaknya pakaian dinyatakan dengan nilai 0-100 yang mana nilai ≤ 40 termasuk sedikit dan ≥ 80 termasuk banyak
- Tingkat kekotoran dinyatakan dengan nilai 0-100 yang mana nilai 0-40 adalah rendah, 50 adalah sedang, dan 60-100 adalah tinggi
- Kecepatan putar mesin dalam pencucian minimal 500 rpm (lambat) dan maksimal 1200 (cepat)

Langkah selanjutnya Inferensi menentukan rule yang berbentuk If-Then berdasarkan berbagai pengujian terhadap prototype mesin sebagai berikut:

- [R1] jika pakaian sedikit dan kekotoran rendah, maka putaran lambat
- [R2] jika pakaian sedikit dan kekotoran sedang, maka putaran lambat
- [R3] jika pakaian sedikit dan kekotoran tinggi, maka putaran cepat
- [R4] jika pakaian banyak dan kekotoran rendah, maka putaran lambat
- [R5] jika pakaian banyak dan kekotoran sedang, maka putaran cepat
- [R6] jika pakaian banyak dan kekotoran tinggi, maka putaran cepat

Berdasarkan penelitian ini muncul lah pertanyaan berapa rpm kecepatan putar yang harus dihasilkan mesin jika pada proses pencucian ternyata banyaknya pakaian bernilai 50 dan Tingkat kekotoran bernilai 58?

Berikut ini adalah Langkah-langkah metode Tsukamoto:

1. Penentuan himpunan fuzzy

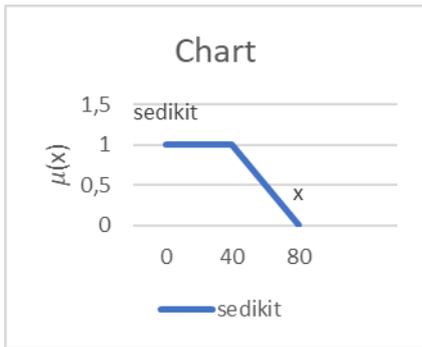
Table 1. Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Nama himpunan fuzzy	Domain
Input	Banyaknya pakaian	Banyak	$[\geq 80]$
		Sedikit	$[\leq 40]$
	Tingkat kekotoran	Rendah	$[0-40]$
		Sedang	$[50]$

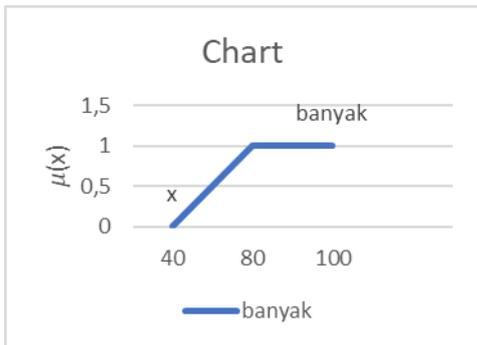
		Tinggi	[60-100]
Output	Kecepatan putar mesin	Cepat	[1200]
		Lambat	[500]

2. Derajat keanggotaan fuzzy

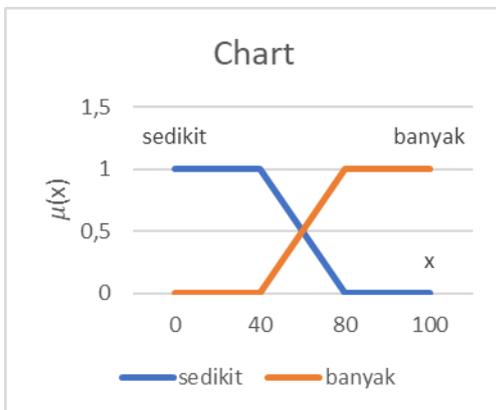
2.1. Banyaknya pakaian



$$\mu_{sedikit}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 80 \\ \frac{80 - x}{80 - 40} & ; 40 \leq x \leq 80 \\ 0 & ; x \leq 40 \end{cases}$$



$$\mu_{banyak}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 40 \\ \frac{x - 40}{80 - 40} & ; 40 \leq x \leq 80 \\ 1 & ; x \geq 80 \end{cases}$$



$$\mu_{\text{sedikit}}(50) = \frac{80 - 50}{80 - 40} = \frac{30}{40} = 0,75$$

$$\mu_{\text{banyak}}(50) = \frac{50 - 40}{80 - 40} = \frac{10}{40} = 0,25$$

2.2. Tingkat kekotoran



$$\mu_{\text{rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 50 \\ \frac{50 - x}{50 - 40} & ; 40 \leq x \leq 50 \\ 0 & ; x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 40 \text{ or } x \geq 60 \\ \frac{x - 40}{50 - 40} & ; 40 \leq x \leq 50 \\ \frac{60 - x}{60 - 50} & ; 50 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

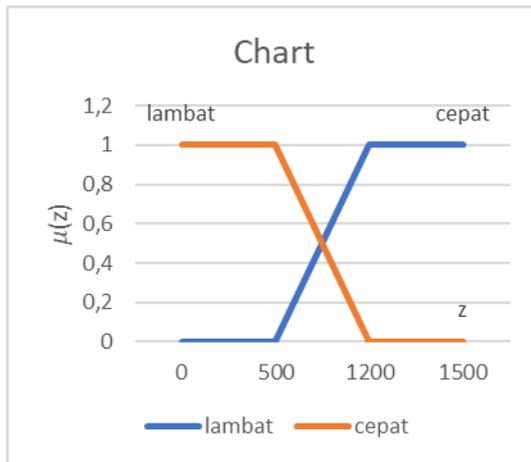
$$\mu_{\text{tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 50 \\ \frac{x - 50}{60 - 50} & ; 50 \leq x \leq 60 \\ 1 & ; x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{rendah}}(58) = 0$$

$$\mu_{\text{sedang}}(58) = \frac{60 - 58}{60 - 50} = \frac{2}{10} = 0,20$$

$$\mu_{\text{tinggi}}(58) = \frac{58 - 50}{60 - 50} = \frac{8}{10} = 0,80$$

2.3. Kecepatan putaran



$$\mu_{lambat}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \geq 1200 \\ \frac{1200 - z}{1200 - 500} & ; 500 \leq z \leq 1200 \\ 1 & ; z \leq 500 \end{cases}$$

$$\mu_{cepat}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \leq 500 \\ \frac{z - 500}{1200 - 500} & ; 500 \leq z \leq 1200 \\ 1 & ; z \geq 1200 \end{cases}$$

3. Inferensi

3.1. [R1] jika pakaian sedikit dan kekotoran rendah, maka putaran lambat

- $\alpha\text{-predikat}_1 = \mu_{sedikit}(x) \cap \mu_{rendah}(x)$
 $= \min(\mu_{sedikit}(50) ; \mu_{rendah}(58))$
 $= \min(0,75 ; 0)$
 $= 0$
- Nilai $z_1 = 1200$

3.2. [R2] jika pakaian sedikit dan kekotoran sedang, maka putaran lambat

- $\alpha\text{-predikat}_2 = \mu_{sedikit}(x) \cap \mu_{sedang}(x)$
 $= \min(\mu_{sedikit}(50) ; \mu_{sedang}(58))$
 $= \min(0,75 ; 0,20)$
 $= 0,20$
- Nilai $z_2 = \mu(z) = \frac{1200 - z_2}{1200 - 500}$
 $0,20 = \frac{1200 - z_2}{700}$
 $z_2 = 1060$

3.3. [R3] jika pakaian sedikit dan kekotoran tinggi, maka putaran cepat

- $\alpha\text{-predikat}_3 = \mu_{sedikit}(x) \cap \mu_{tinggi}(x)$
 $= \min(\mu_{sedikit}(50) ; \mu_{tinggi}(58))$
 $= \min(0,75 ; 0,80)$
 $= 0,75$
- Nilai $z_3 = \mu(z) = \frac{z_3 - 500}{1200 - 500}$

$$0,75 = \frac{z_3 - 500}{700}$$

$$z_3 = 1025$$

3.4. [R4] jika pakaian banyak dan kekotoran rendah, maka putaran lambat

- α -predikat₄ = $\mu_{\text{banyak}}(x) \cap \mu_{\text{rendah}}(x)$
= min ($\mu_{\text{banyak}}(50)$; $\mu_{\text{rendah}}(58)$)
= min (0,25 ; 0)
= 0
- Nilai z_4 = 1200

3.5. [R5] jika pakaian banyak dan kekotoran sedang, maka putaran cepat

- α -predikat₅ = $\mu_{\text{banyak}}(x) \cap \mu_{\text{sedang}}(x)$
= min ($\mu_{\text{banyak}}(50)$; $\mu_{\text{sedang}}(58)$)
= min (0,25 ; 0,20)
= 0,20
- Nilai $z_5 = \mu(z) = \frac{z_5 - 500}{1200 - 500}$
$$0,20 = \frac{z_5 - 500}{700}$$
$$z_5 = 640$$

3.6. [R6] jika pakaian banyak dan kekotoran tinggi, maka putaran cepat

- α -predikat₆ = $\mu_{\text{banyak}}(x) \cap \mu_{\text{tinggi}}(x)$
= min ($\mu_{\text{banyak}}(50)$; $\mu_{\text{tinggi}}(58)$)
= min (0,25 ; 0,80)
= 0,25
- Nilai $z_6 = \mu(z) = \frac{z_6 - 500}{1200 - 500}$
$$0,25 = \frac{z_6 - 500}{700}$$
$$z_6 = 660$$

4. Defuzzifikasi

Metode Average (rata-rata):

$$Z^* = \frac{\sum_i^n \alpha_{\text{predikat}_i} * Z_i}{\sum_i^n \alpha_{\text{predikat}_i}}$$

$$Z^* = \frac{(0 * 1200) + (0,20 * 1060) + (0,75 * 1025) + (0 * 1200) + (0,20 * 640) + (0,25 * 660)}{(0 + 0,20 + 0,75 + 0 + 0,20 + 0,25)}$$

$$Z^* = \frac{1485,75}{1,4} = 1061,25 \approx 1061$$

4. Kesimpulan

Dengan menggunakan logika fuzzy metode Tsukamoto telah mampu untuk mendapatkan waktu mencuci untuk berbagai jenis kotoran dan derajat yang berbeda dari kotoran untuk jenis kain atau pakaian. Dengan kata lain kemampuan analisis situasi telah dimasukkan ke dalam mesin yang membuat mesin lebih otomatis dan memudahkan manusia saat mencuci.

Daftar Rujukan [APA Style]

- [1] Sapriadi, S., Yunus, Y., & Dari, R. W. (2022). Prediction of the Number of Arrivals of Training Students With the Monte Carlo Method. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 9-13. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i1.168>
- [2] Triha, H., Indrapriyatna, A. S., Jonrinaldi, J., & Yuliandra, B. (2016). Algoritma Penentuan Ukuran Batch Integer pada Penjadwalan Flowshop Satu Mesin. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 15(1), 1-15. <https://doi.org/10.25077/josi.v18.n2.p142-152.2019>
- [3] Thoriq, M. (2022). Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 27-32. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i1.178>
- [4] Fatehson Dendah Ragestu, Alexander (2020). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Pemilihan Siswa Teladan di Sekolah. <https://doi.org/10.34148/teknika.v9i1.251>
- [5] Fandra Satria, Alexander (2020). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Pemilihan Karyawan Terbaik Berbasis Java Desktop. <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v11i1.3944>