

## APLIKASI LOGIKA FUZZY UNTUK OPTIMALISASI WAKTU PENCUCIAN PAKAIAN PADA MESIN CUCI

Rina Susilowati<sup>1</sup>, M. Julkarnain<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP Paracendekia NW Sumbawa,

<sup>2</sup>Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Sumbawa

Email penulis pertama: [rinasusilowati7@gmail.com](mailto:rinasusilowati7@gmail.com)

---

### Article Info

#### Article history:

Received April 12, 2024

Revised April 20, 2024

Accepted April 26, 2026

---

#### Kata Kunci:

Logika fuzzy, optimalisasi, waktu pencucian, mesin cuci

#### Keyword:

fuzzy logic, optimization, washing time, washing machine

---

### Abstrak

Mesin cuci adalah perabotan rumah tangga yang sangat bermanfaat. Penggunaan mesin cuci untuk mencuci pakaian dengan menerapkan logika fuzzy akan menjadi lebih efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun suatu sistem agar waktu pencucian pakaian dapat optimal dengan menerapkan logika fuzzy. Pada sistem pengontrol logika fuzzy terdapat dua input yaitu tingkat kekotoran pakain dan waktu jenuh serta outputnya adalah waktu pencucian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi waktu pencucian pakaian pada mesin cuci dengan menerapkan logika fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga pada fuzzifikasi dan metode pusat gravitasi pada defuzzifikasi. Algoritma ini diimplementasikan dengan FIS Matlab. Waktu pencucian pakaian menjadi lebih optimal dengan menerapkan logika fuzzy tersebut, sehingga dapat menghemat biaya ataupun energi listrik yang digunakan.

*Washing machines are very useful household appliances. Using a washing machine to wash clothes using fuzzy logic will be more effective and efficient. This research aims to develop a system to optimize washing time by applying fuzzy logic. The fuzzy logic control system has two inputs: the level of clothing dirt and saturation time, and the output is washing time. The research results show that the optimization of clothes washing time in a washing machine is achieved by applying fuzzy logic using trapezium and triangle membership functions in fuzzification and the center of gravity method in defuzzification. This algorithm is implemented with FIS Matlab. Clothes washing time becomes more optimal by applying this fuzzy logic to save costs or electrical energy used.*

Copyright © 2024 STKIP Paracendekia NW Sumbawa.  
All rights reserved.

---

✉ Corresponding author:

Rina Susilowati

Email Address: [rinasusilowati7@gmail.com](mailto:rinasusilowati7@gmail.com)

---

### Pendahuluan

Mesin cuci merupakan barang elektronik yang bermanfaat dalam rumah tangga. Penggunaan mesin cuci dalam kehidupan sehari-hari membantu pekerjaan rumah tangga khususnya mencuci

---

pakaian menjadi lebih ringan, dan lebih cepat. Pada mesin cuci konvensional, waktu pencucian pakaian masih diatur oleh manusia sebagai pengguna. Namun, tidak semua orang dapat menentukan waktu yang dibutuhkan untuk sekali cuci dengan tepat.

Masalah mendasar pada mesin cuci paling awal adalah penyesuaian manual waktu pencucian, jumlah pembilasan, jumlah deterjen, dan ketinggian air sesuai dengan variabel masukan yang berbeda, sehingga diperlukan suatu program yang dapat mendeteksi parameter masukan (Bhatt et al., 2020). Pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan semakin banyak sistem kendali yang berubah dari manusia ke otomatisasi sistem. Begitu pula yang terjadi pada mesin cuci. Sistem kendali mesin cuci otomatis pertama kali digunakan di Jepang, dimana metode inferensi logika fuzzy digunakan agar bisa mengenali jenis pakaian, tingkat noda pakaian, dan lain sebagainya. Logika fuzzy digunakan untuk mengotomisasi sistem kendali waktu pencucian dengan campur tangan manusia yang sangat kecil (Adha et al., 2022). Jika waktu penggunaan mesin cuci dapat dioptimalkan, maka pekerjaan mencuci pakaian akan menjadi lebih efisien.

Konsep dasar logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Zadeh pada tahun 1965 (Klir & Yuan, 1995). Penerapan logika fuzzy dapat dilakukan di berbagai bidang, seperti sistem kontrol, pengenalan pola, sistem pakar, pemrosesan citra, clustering dan peramalan atau prediksi (Ansar et al., 2023) (Saputra et al., 2021). Logika fuzzy merupakan alat yang ampuh dalam bidang otomatisasi yang dapat diterapkan pada peralatan sehari-hari seperti mesin cuci untuk menyederhanakan pengoperasian dan meningkatkan pengalaman pengguna. Salah satu penerapan logika fuzzy yang menarik terlihat dalam mengoptimalkan waktu mencuci pada mesin cuci, di mana algoritma kompleks meniru pengambilan keputusan manusia untuk mencapai hasil yang efisien.

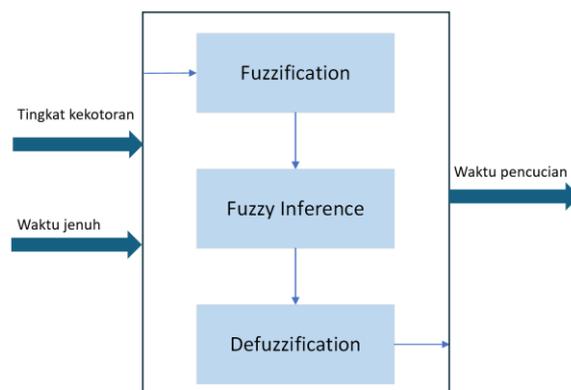
Mesin cuci logika fuzzy memiliki popularitas yang baik karena memiliki banyak keunggulan seperti biaya rendah, kinerja dan produktivitas yang baik. Kondisi di dalam mesin dipantau oleh sensor. Logika fuzzy menawarkan fitur hemat energi yang mengonsumsi daya rendah dan mengurangi biaya (Raja & Ramathilagam, 2021). Pengontrol logika fuzzy adalah sistem pakar fuzzy yang menggunakan variabel linguistik dan himpunan fuzzy untuk memanipulasi ketidakpastian seperti yang dilakukan operator manusia. Pada perancangan pengontrol logika fuzzy untuk mesin cuci biasanya digunakan langkah-langkah berikut: identifikasi variabel, konfigurasi subset fuzzy, memperoleh fungsi keanggotaan, konfigurasi basis aturan fuzzy, fuzzifikasi, identifikasi output, defuzzifikasi (Nahar et al., 2023).

Waktu pencucian pada pengoperasian mesin cuci dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat kekotoran pakaian dan jenis kotoran berminyak (Adha et al., 2022), jenis kotoran pada kain, ketebalan kain, dan volume kain), tingkat kekotoran, tingkat minyak, ukuran dan muatan (Islam & Hossain, 2021) (Çalmaz & AvcuU, 2022). Faktor-faktor tersebut dapat dijadikan sebagai variabel pada pengontrol logika fuzzy. Optimalisasi waktu pencucian dengan logika fuzzy sangat penting agar meminimalisir adanya kesalahan yang dilakukan manusia dalam penentuan waktu pencucian pakaian sehingga dapat menghemat energi listrik yang digunakan.

## Metode

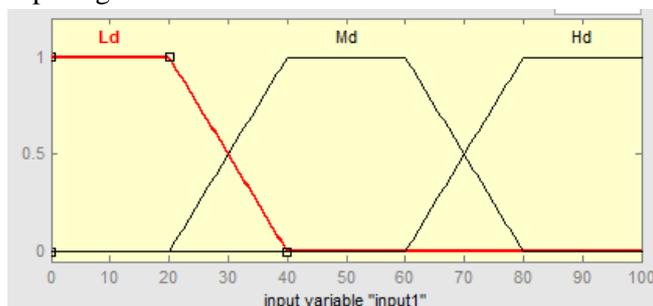
Pada penelitian ini, banyaknya input pada pengontrol logika fuzzy mesin cuci ada 2 (dua) yaitu tingkat kekotoran pakaian dan waktu jenuh. Tingkat kekotoran diukur dengan sensor khusus yang bisa mendeteksi derajat kejernihan air. Sedangkan waktu jenuh yaitu waktu yang dibutuhkan sampai air yang digunakan mencuci konstan jernihnya dimana hal tersebut mengukur jenis kotoran. Output hasil logika fuzzy yaitu menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam melakukan proses

pencucian pakaian. Pengontrol logika fuzzy disajikan pada gambar berikut.



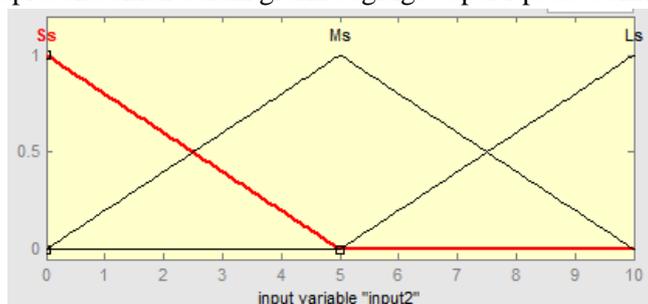
Gambar 1. Pengontrol Logika Fuzzy Mesin Cuci

Fuzzifikasi adalah proses yang mengubah nilai crisp menjadi nilai fuzzy. Fungsi keanggotaan dapat berbentuk segitiga, trapesium, dan gaussian, dimana bentuk fungsi keanggotaan berpengaruh pada sistem inferensi fuzzy (Nahar et al., 2023; Rusli, 2017). Bentuk segitiga dan trapesium digunakan pada penelitian ini untuk memperoleh nilai keanggotaan dari data input. Misalkan tingkat kekotoran pakaian (disimbolkan  $d$ ), yang diukur dengan kejernihan air, dinyatakan dengan bilangan dalam interval  $[0,100]$ . Tingkat kekotoran dinyatakan dalam tiga satuan yaitu rendah ( $L_d$ ), sedang ( $M_d$ ), dan tinggi ( $H_d$ ). Fungsi keanggotaan dari tingkat kekotoran dari pakaian dalam variabel linguistik yang dinyatakan dalam  $\mathcal{D}$  dan variabel basisnya  $d$  dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik trapesium seperti pada gambar berikut.



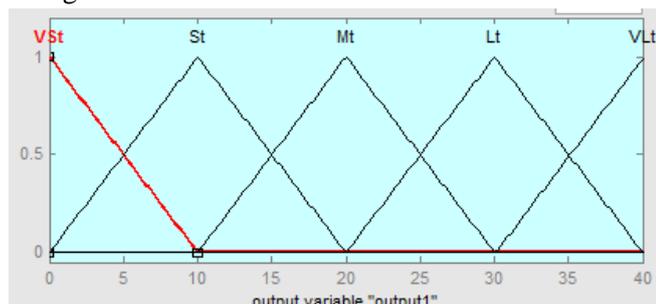
Gambar 2. Fungsi keanggotaan tingkat kekotoran pakaian: rendah ( $L_d$ ), medium ( $M_d$ ), dan tinggi ( $H_d$ ).

Misalkan waktu jenuh ( $s$ ) dinyatakan dalam interval  $[0,10]$ , dengan satuan singkat ( $S_s$ ), medium ( $M_s$ ), dan lama ( $L_s$ ). Misalkan variable linguistik dari waktu jenuh dinyatakan dalam  $\mathcal{S}$  dengan fungsi keanggotaan yang direpresentasikan dalam grafik segitiga seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan waktu jenuh: singkat ( $S_s$ ), medium ( $M_s$ ), dan lama ( $L_s$ )

Waktu yang dibutuhkan pada pencucian pakaian secara intuitif berupa fungsi yang bergantung pada derajat kekotoran dan waktu jenuh. Fungsi tersebut belum diketahui dengan pasti. Logika fuzzy membantu dalam menentukan fungsi aproksimasi. Asumsikan variable linguistik  $\mathcal{T}$  yang menyatakan banyaknya waktu yang dibutuhkan dengan variabel basisnya adalah  $t$  pada interval  $[0, 40]$  dan sistem kontrol mesin diatur untuk membedakan waktu yang dibutuhkan menjadi lima yaitu sangat singkat ( $VS_t$ ), singkat ( $S_t$ ), sedang ( $M_t$ ), lama ( $L_t$ ), dan sangat lama ( $VL_t$ ). Fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Fungsi keanggotaan waktu yang dibutuhkan mesin cuci: sangat singkat ( $VS_t$ ), singkat ( $S_t$ ), medium ( $M_t$ ), lama ( $L_t$ ), dan sangat lama ( $VL_t$ ).

Langkah terakhir adalah defuzzifikasi, untuk mencari nilai output yang tajam (*crisp*) dari output fuzzy (Klir & Yuan, 1995). Salah satu metode defuzzifikasi adalah metode pusat gravitasi (*center of gravity*) untuk waktu pencucian yang akan memberikan nilai yang mendekati optimum dibandingkan metode lainnya seperti rata-rata maksimal (*mean of maxima*) dan *bisector* (Islam & Hossain, 2022). Metode defuzzifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode defuzzifikasi pusat gravitasi.

## Hasil dan Pembahasan

Variabel tingkat kekotoran ( $\mathcal{D}$ ) dan waktu jenuh ( $\mathcal{S}$ ) serta waktu yang dibutuhkan mesin cuci ( $\mathcal{T}$ ) digunakan untuk menyusun aturan dalam algoritma fuzzy IF-THEN dengan bentuk sebagai berikut.

$$\text{Jika } \mathcal{D} = \dots \text{ dan } \mathcal{S} = \dots, \text{ maka } \mathcal{T} = \dots$$

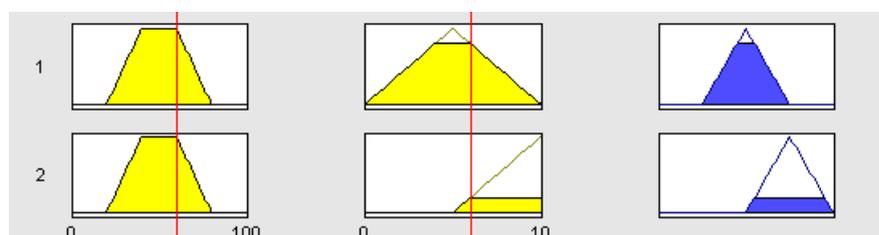
dengan titik-titik diisi dengan variable linguistik yang sesuai. Aturan ditentukan berdasarkan teori dan pendapat ahli, sehingga ada sembilan (9) aturan yang dijalankan dalam pengontrol fuzzy seperti ditampilkan pada gambar berikut.

		S			
		t	$S_s$	$M_s$	$L_s$
D	$L_d$	$\forall S_t$	$S_t$	$M_t$	$L_t$
	$M_d$	$S_t$	$M_t$	$L_t$	$L_t$
	$H_d$	$M_t$	$L_t$	$\forall L_t$	$L_t$

Gambar 5. Aturan inferensi untuk mesin cuci fuzzy

Pada penerapan logika fuzzy ini dapat diperoleh hasil output melalui perhitungan manual maupun dengan bantuan fitur *FIS (Fuzzy Inference System)* yang terdapat pada aplikasi MatLab. Setiap nilai dari variable  $d$  dan  $s$ , pengontrol menentukan nilai yang tepat untuk variabel  $t$  dengan menjalankan langkah-langkah operasi sebagai berikut.

Saat nilai input yang spesifik untuk variable  $d$  dan  $s$  dimasukkan dan diterima pengontrol, kemampuannya untuk merespon anteseden ditentukan. Misalkan: nilai  $\hat{d} = 60$  dan nilai  $\hat{s} = 6$ , sehingga hanya aturan yang mempunyai nilai tidak nol saja yang dapat diproses dalam penentuan variable kontrol. Artinya, hanya variabel  $M_d, M_s$ , dan  $L_s$  saja yang digunakan. Sehingga aturan-aturan yang dipakai yaitu yang tersisir kuning pada Gambar 5 di atas. Untuk lebih jelasnya, aturan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Aturan inferensi untuk  $\hat{d} = 60$  dan  $\hat{s} = 6$

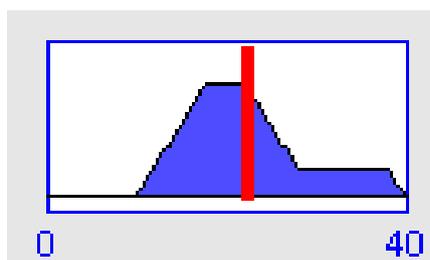
Selanjutnya inferens dibuat berdasarkan aturan-aturan yang berlaku. Dalam contoh ini, fungsi tersebut memiliki bentuk

$$\int_{10}^{40} C_{\hat{d},\hat{s}}(t) dx = \int_{10}^{18} \left(\frac{1}{10}x - 1\right) dx + \int_{18}^{22} (0.8) dx + \int_{22}^{28} \left(-\frac{1}{10}x + 3\right) dx + \int_{28}^{38} (0.2) dx + \int_{38}^{40} \left(-\frac{1}{10}x + 4\right) dx$$

Karena ada dua variabel untuk input, maka digunakan operasi irisan (*min*) untuk menentukan nilai yang akan digunakan sebagai nilai input. Artinya, bila ada dua nilai yang berbeda, dipilih nilai yang lebih kecil (minimum). Simpulan didapat dengan masing-masing aturan inferensi untuk  $\hat{d} = 60$  dan  $\hat{s} = 6$  adalah himpunan samar yang memiliki fungsi keanggotaan seperti yang tersisir pada masing-masing grafik. Simpulan secara umum didapat dengan menggabungkan masing-masing hasil output. Simpulan secara umum adalah himpunan samar  $C_{\hat{d},\hat{s}}$  yang fungsi keanggotaannya didefinisikan untuk setiap  $t \in [0,40]$  berlaku

$$C_{\hat{d},\hat{s}}(t) = \max\{\min[M_d(\hat{d}), M_s(\hat{s}), M_t(t)], \min[M_d(\hat{d}), L_s(\hat{s}), L_t(t)]\}$$

dengan grafik fungsi ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Himpunan samar yang merepresentasikan simpulan umum berdasarkan data input  $\hat{d} = 60$  dan  $\hat{s} = 6$  serta data output  $\hat{t}$

Langkah terakhir yang dilakukan adalah *defuzzification*. Tujuannya adalah mengubah himpunan samar yang merepresentasikan simpulan umum menjadi bilangan real. Metode pusat gravitasi digunakan dimana nilai pusat gravitasinya adalah

$$t = \frac{\int_{10}^{40} x C_{\hat{d},\hat{s}}(t) dx}{\int_{10}^{40} C_{\hat{d},\hat{s}}(t) dx}$$

Nilai pembilang pada perhitungan di atas adalah

$$\int_{10}^{40} x C_{\hat{d},\hat{s}}(t) dx = \int_{10}^{18} x \left( \frac{1}{10} x - 1 \right) dx + \int_{18}^{22} x (0.8) dx + \int_{22}^{28} x \left( -\frac{1}{10} x + 3 \right) dx + \int_{28}^{38} x (0.2) dx + \int_{38}^{40} x \left( -\frac{1}{10} x + 4 \right) dx = 260.01$$

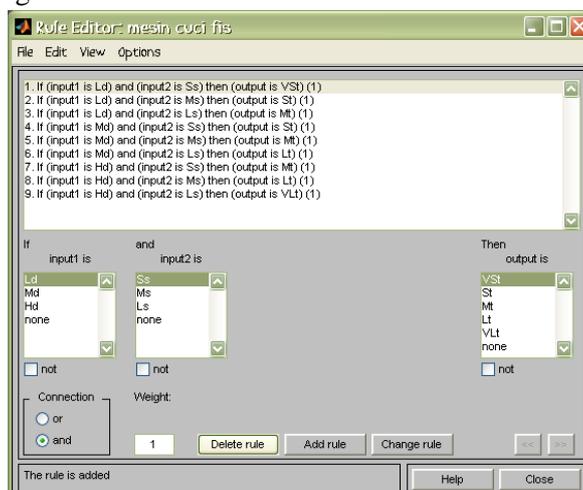
Nilai penyebut pada perhitungan di atas adalah

$$\int_{10}^{40} C_{\hat{d},\hat{s}}(t) dx = \text{Luas trapesium} + \text{Luas jajar genjang}$$

$$\int_{10}^{40} C_{\hat{d},\hat{s}}(t) dx = \frac{1}{2} (0.8 - 0.2) ((22 - 18) + (30 - 10)) + ((40 - 30)(0.2 - 0)) = 11.6$$

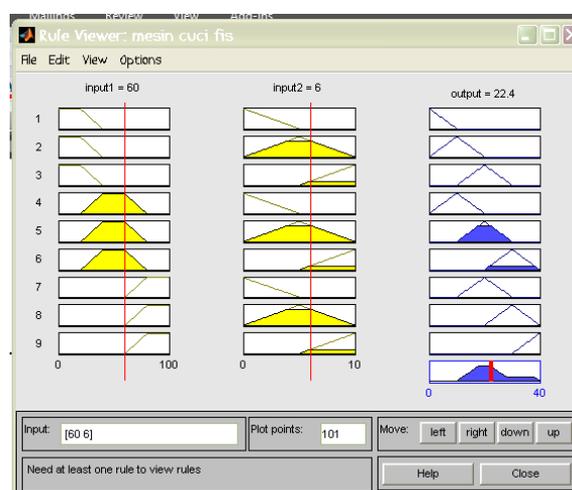
Jadi, diperoleh nilai  $\hat{t} = 22.41$  menit. Artinya jika input yang diberikan adalah tingkat kekotoran sebesar 60 dan waktu jenuh 6 menit maka waktu yang digunakan mesin cuci adalah 22,41 menit.

Langkah diatas merupakan langkah perhitungan manual. Selain itu, dapat pula diimplementasikan dengan menggunakan Matlab. Input data pada FIS Matlab dengan memasukkan dua fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel yaitu tingkat kekotoran pakaian dan waktu jenuh serta data output. Selanjutnya, input aturan yang berlaku sesuai pada Gambar 5 sehingga tampilannya seperti pada gambar berikut.



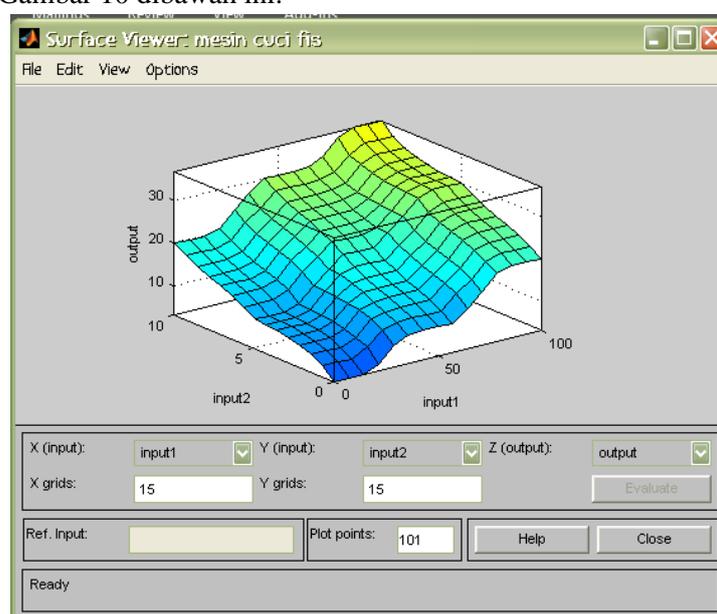
Gambar 8. Input aturan pada FIS Matlab

Langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai input yang diinginkan (Misal:  $\hat{d} = 60$  dan  $\hat{s} = 6$ ) sehingga akan muncul output yang dihasilkan seperti pada Gambar 9 dimana diperoleh nilai output  $\hat{t} = 22.4$ .



Gambar 9. Contoh Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan FIS Matlab

Selain itu, dapat pula ditampilkan grafik fungsi dari pengontrol logika fuzzy pada mesin cuci yaitu seperti pada Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Grafik Fungsi  $C_{\hat{d},\hat{s}}(t)$

Hasil simulasi yang diperoleh setelah penerapan pengontrol logika fuzzy menunjukkan bahwa sistem lebih efisien. Faktor-faktor yang ada semuanya mempengaruhi banyaknya jumlah air, deterjen, dan waktu pencucian yang digunakan (Dheerawat, 2022). Pengontrol logika fuzzy pada mesin cuci ini dapat membantu dalam menentukan waktu yang tepat dalam pengoperasian mesin cuci. Hal tersebut tentu bermanfaat bagi kita sebagai pengguna yang memanfaatkan mesin cuci untuk

mencuci pakaian setiap harinya. Kita dapat menghemat biaya yang dikeluarkan misalnya dalam hal penghematan energi listrik dikarenakan pengontrol logika fuzzy meningkatkan efektivitas kerja mesin cuci dengan mengurangi kebutuhan air, dan waktu pencucian.

## KESIMPULAN

Aplikasi logika fuzzy pada mesin cuci ini dirancang dengan metode fuzzifikasi dengan fungsi keanggotaan trapesium pada variabel tingkat kekotoran pakaian dan fungsi keanggotaan segitiga pada variabel waktu jenuh, mesin inferensi minimum dan defuzzifikasi pusat gravitasi untuk mencapai waktu optimum yang digunakan mesin cuci dalam proses pencucian pakaian. Sistem yang dibangun dapat diimplementasikan dengan menggunakan FIS Matalab. Manusia sebagai pengguna akan terbantu dengan adanya pengontrol logika fuzzy pada mesin cuci, sehingga waktu yang digunakan akan lebih efisien. Pada penelitian selanjutnya, banyaknya parameter dapat ditambah agar diperoleh hasil kinerja mesin cuci dengan pengontrol logika fuzzy yang lebih baik.

## REFERENSI

- Adha, A., Meidelfi, D., & Hidayat, R. (2022). Penerapan Logika Fuzzy pada Mesin Cuci dan Menentukan Lama Waktu Pencucian. *Jurnal Informatika Dan Komputer*, 6(1), 125–132. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26798/jiko.v6i1.289>
- Ansar, Karim, R., Salim, & Khudriah, E. (2023). Implementasi Fuzzy Inference System Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani untuk Optimalisasi Produksi Tahu. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 276–285. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i1.3650>
- Bhatt, T. V., Bhoi, A. K., Marques, G., & Panigrahi, R. (2020). A Fuzzy Logic Approach for Improved Simulation and Control Washing Machine System Variables. *Emerging Trends and Advances in Electrical Engineering and Renewable Energy (ETAEEERE)*, 699–715. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-15-8685-9>
- Çalmaz, M. A., & AvcuU, N. (2022). Fuzzy Controller for Optimization of Operation Time in Washing Machine. *European Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1083443>
- Dheerawat, K. (2022). Design of Fuzzy Logic Controller for Washing Machine. *Electrical Engineering and Systems Science*, 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.00187>
- Islam, M. A., & Hossain, M. S. (2021). Optimizing the Wash Time of the Washing Machine Using Several Types of Fuzzy Numbers. *Journal of Bangladesh Academy of Sciences*, 45(1), 105–116. <https://doi.org/10.3329/jbas.v45i1.54432>
- Islam, Md. A., & Hossain, Md. S. (2022). Mathematical Comparison of Defuzzification of Fuzzy Logic Controller for Smart Washing Machine. *Journal of Bangladesh Academy of Sciences*, 46(1), 1–8. <https://doi.org/10.3329/jbas.v46i1.56864>
- Klir, G. J., & Yuan, Bo. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice Hall PTR.
- Nahar, S., Akter, M., Begum, K., Hassan, M.-U.-, & Alim, Md. A. (2023). Fuzzy Synthetic Evaluation Model for Smart Washing Machine. *American Journal of Operations Research*, 13(04), 93–109. <https://doi.org/10.4236/ajor.2023.134006>
- Raja, K., & Ramathilagam, S. (2021). Washing Machine Using Fuzzy Logic Controller to Provide Wash Quality. *Soft Computing*, 25(15), 9957–9965. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05477-4>

- Rusli, M. (2017). *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Tim UM Press.
- Saputra, I. M. A. B., Setiawati, N. W. R. R., Pascima, I. B. N., & Januhari, N. N. U. (2021). Implementasi Fuzzy Tsukamoto dalam Prediksi Produksi Madu Trigona. *Jurnal Eksplorasi Informatika*, 11(1), 12–19. <https://doi.org/10.30864/eksplora.v10i2.545>