

Aplikasi logika fuzzy: analisis cara kerja mesin penyedot debu menggunakan metode mamdani

Do'aul Isma Mufidah

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
e-mail: *doaulisma8@gmail.com

Kata Kunci:

Centroid, Defuzzifikasi, Logika Fuzzy, Mamdani, Mesin Penyedot Debu.

Keywords:

Centroid, Defuzzification, Fuzzy Logic, Mamdani, Vacuum Cleaner

ABSTRAK

Teknologi semakin berkembang mengiringi manusia yang terus berkembang pula. ditengah perkembangan teknologi ini terciptalah logika fuzzy. Jadi logika fuzzy dapat diartikan dengan logika yang kabur atau logika yang mengandung unsur ketidak jelasan. Ini adalah perkembangan dari pemahaman Sebelumnya bahwa logika memiliki dua unsur saja yaitu salah dan benar. Salah satu metode dari logika fuzzy adalah metode mamdani. Metode ini sangat bermanfaat dalam banyak hal, seperti mesin penyedot debu. Dalam hal ini, maka timbullah masalah bagaimana logika fuzzy metode mamdani dapat diterapkan pada mesin penyedot debu untuk mengetahui berapa

banyak daya hisap yang dibutuhkan agar pekerjaan selesai secara maksimal. Untuk menerapkan metode fuzzy pada mesin penyedot debu terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, pertama-tama yaitu tentukan variabel terlebih dahulu, setelahnya mencari nilai derajat keanggotaan, kemudian lakukan sistem inferensi atau biasa disebut dengan aturan fuzzy, dan yang terakhir melakukan defuzzifikasi dengan menggunakan metode Center of Area atau Centroid. Faktor-faktor yang diperhatikan dalam penelitian ini adalah faktor permukaan lantai dan jumlah debu yang akan diberikan. Faktor-faktor ini adalah yang akan dijadikan variabel bebas. Dan variabel terikatnya adalah daya hisap yang akan dikeluarkan oleh mesin. Berdasarkan simulasi data dengan input permukaan lantai halus sebesar 30% dan jumlah debu sebanyak 70%, maka akan menghasilkan daya hisap sedang sebesar 53,7%. Hasil ini terbukti bahwa berdasarkan aturan tujuh bahwa permukaan lantai halus dan jumlah debu banyak maka akan menghasilkan daya hisap yang sedang. Maka dapat disimpulkan bahwa percobaan menggunakan metode mamdani pada logika fuzzy ini menghasilkan hasil yang efektif untuk penggunaan mesin penyedot debu.

ABSTRACT

Technology is increasingly developing to accompany humans who continue to develop as well. in the midst of this technological development, fuzzy logic was created. So fuzzy logic can be interpreted as fuzzy logic or logic that contains elements of uncertainty. This is a development of the previous understanding that logic has only two elements, namely false and true. One method of fuzzy logic is the mamdani method. This method is very useful in many ways, such as vacuum cleaner machines. Here, the issue is how to use the fuzzy logic Mamdani approach on a vacuum cleaner to determine the appropriate amount of suction strength to release in order to finish the job as efficiently as possible.. To apply the fuzzy method to a vacuum cleaner machine, there are several steps that must be taken, first of all determining the variables, after determining the degree of membership, then performing an inference system or fuzzy rules, and finally defuzzification using the Center of Area or Centroid method. The floor surface factor and the quantity of dust that needs to be cleaned are the elements taken into account in this study. These are the variables that will function as independents. Additionally, the machine's projected suction power is the dependent variable. Based on data simulation with 30% input of smooth floor surface and 70% amount of dust, it will produce medium suction power of 53.7%. These results prove that based on the rule of seven that the smooth floor surface and the amount of dust will produce moderate suction power. Thus, it can be said that studies employing fuzzy logic and the Mamdani technique yield useful outcomes for vacuum cleaner use.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pendahuluan

Dari zaman ke zaman manusia selalu melakukan perkembangan terutama di bidang teknologi. Di tengah sibuknya manusia teknologi diciptakan untuk mempermudah manusia dalam melakukan berbagai hal. Teknologi-teknologi tersebut dapat berjalan karena adanya suatu sistem. Sistem-sistem tersebut dapat dikendalikan dengan suatu cara, salah satunya yaitu dengan menggunakan logika fuzzy. Kata fuzzy berasal dari bahasa Inggris yang dapat diartikan dengan arti kabur atau tidak jelas. Oleh karena itu logika fuzzy dapat diartikan dengan logika yang kabur atau logika yang mengandung unsur ketidakjelasan. Konsep logika fuzzy pertama kali dikembangkan pada tahun 1960-an oleh seorang dari Universitas California di Berkeley bernama Prof. Lotfi A dalam papernya yang berjudul "Fuzzy Set. Dulu pada logika biasa atau biasa disebut logika tegas terdapat dua nilai saja, yaitu antara benar dan salah. Namun sekarang telah tercipta logika fuzzy, berbeda dengan logika biasa, di dalam logika fuzzy kebenaran dapat dinyatakan dalam suatu derajat yang nilainya antara 0 sampai 1. Nilai dalam logika fuzzy dapat menunjukkan kekaburan atau kesalahan antara benar dan salah, tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Grade ini dapat mempengaruhi dan menjelaskan sejauh mana nilai salah atau benar. Cara terbaik untuk memasukkan ruang input ke ruang output dengan nilai kontinu adalah dengan menggunakan logika fuzzy. Pada tahun 1974, Ibrahim Mamdani mendesain logika fuzzy untuk mesin uap. Eksperimennya dengan kontrol berbasis logika fuzzy menunjukkan betapa mudahnya komputer memproses pernyataan linguistik yang berbasis logika fuzzy. Metode mesin uap ini, yang biasanya disebut sebagai "metode Min-Max" atau "metode Mamdani". Seiring perkembangan zaman, metode ini sangat membantu dalam berbagai hal, seperti pada mesin penyedot debu. Bagaimana cara menggunakan logika fuzzy dengan metode mamdani untuk menentukan berapa banyak daya hisap yang harus dikeluarkan untuk penyedot debu agar bekerja dengan baik?

Pembahasan

Menentukan suatu nilai dari logika fuzzy menggunakan metode mamdani memerlukan beberapa langkah. Dalam bagian ini, akan dijelaskan langkah-langkah dalam menerapkan logika fuzzy pada mesin penyedot debu serta contoh kasusnya.

Menentukan Variabel Fuzzy

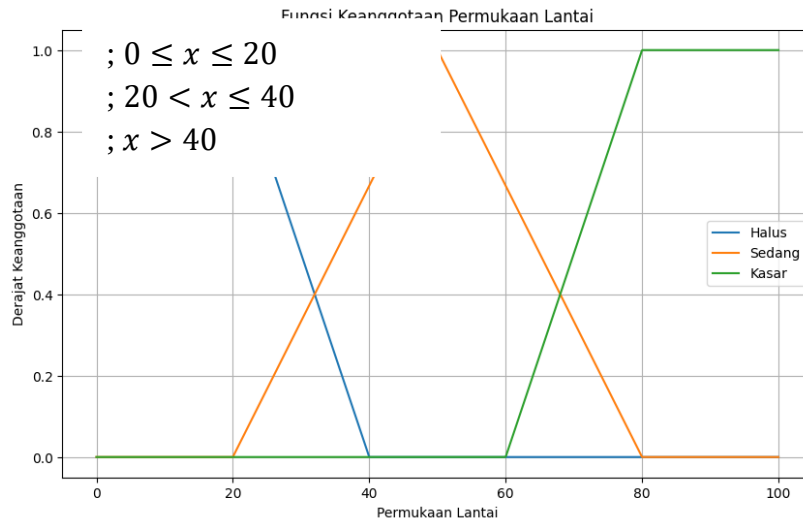
Variabel dapat dihitung dengan menghitung gaya gesek yang terjadi antara mesin penyedot debu dan lantai. Jika lantai yang dibersihkan memiliki permukaan halus maka tidak diperlukan daya hisap yang tinggi, sebaliknya jika lantai yang dibersihkan kasar maka diperlukan daya hisap yang tinggi. Oleh karena itu variabel permukaan lantai dibagi menjadi 3 karakteristik, yaitu, halus seperti keramik; sedang seperti karpet yang tipis; dan kasar seperti karpet yang tebal. Selain itu, jumlah debu yang akan dibersihkan juga mempengaruhi daya hisap yang akan dikeluarkan oleh mesin penyedot debu. Jika debu yang dibersihkan sedikit, maka daya hisap yang akan dikeluarkan juga sedikit. Namun semakin banyak debu yang akan dibersihkan, maka jumlah daya hisap yang akan dikeluarkan semakin besar. Oleh karena itu, karakteristik jumlah debu dapat dibedakan

menjadi tiga, yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Setelah mengetahui variabel, selanjutnya membuat himpunan *fuzzy* yang akan dipresentasikan sebagai berikut:

Himpunan *fuzzy* untuk permukaan lantai

Himpunan *fuzzyfikasi* untuk variabel *input* permukaan lantai adalah halus, sedang, dan kasar. Berikut adalah grafik untuk permukaan lantai yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi google colab:

Fungsi keanggotaan variabel permukaan dapat dituliskan sebagai berikut:



Gambar Grafik Fungsi Fungsi Keanggotaan Permukaan lantai

$$\mu_{halus} \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 20 \\ \frac{40-x}{20} & ; 20 < x \leq 40 \\ 1 & ; x > 40 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang} \begin{cases} \frac{x-20}{30} & ; 20 < x \leq 50 \\ \frac{80-x}{30} & ; 50 < x \leq 80 \\ 0 & ; x < 20 ; x > 40 \end{cases}$$

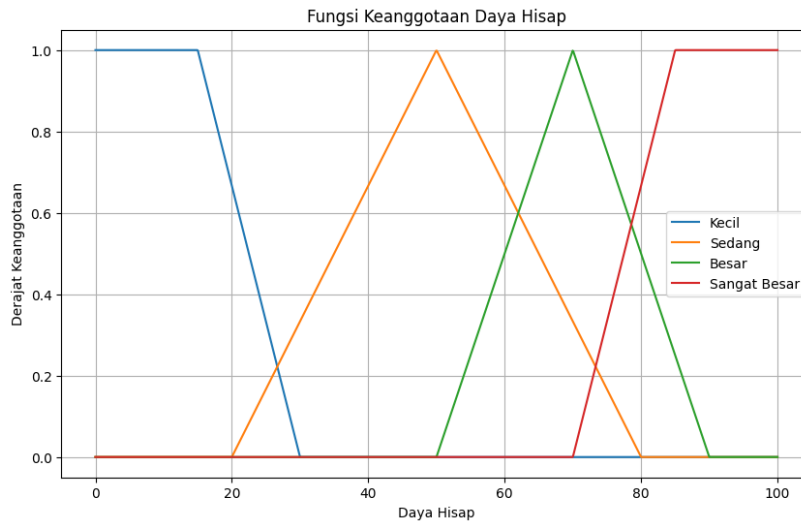
$$\mu_{kasar} \begin{cases} 0 & ; x < 60 \\ \frac{x-60}{20} & ; 60 \leq x < 80 \\ 1 & ; 80 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk daya hisap

Himpunan *fuzzyfikasi* untuk variabel *output* daya hisap adalah kecil, sedang, besar, dan sangat besar. Berikut adalah grafik untuk permukaan lantai yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi google colab:

Fungsi keanggotaan variabel permukaan dapat dituliskan sebagai berikut:

Gambar Grafik Fungsi Fungsi Keanggotaan Daya Hisap



$$\mu_{kecil} \begin{cases} 1 & ; 0 \leq x \leq 15 \\ \frac{30-x}{15} & ; 15 < x \leq 30 \\ 0 & ; x > 30 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang} \begin{cases} \frac{x-20}{30} & ; 20 < x \leq 50 \\ \frac{80-x}{30} & ; 50 < x \leq 80 \\ 0 & ; x \leq 20 \text{ atau } x > 80 \end{cases}$$

$$\mu_{besar} \begin{cases} \frac{x-50}{20} & ; 50 < x \leq 70 \\ \frac{90-x}{20} & ; 70 < x \leq 90 \\ 0 & ; x \leq 50 \text{ atau } x > 90 \end{cases}$$

$$\mu_{sangat\ besar} \begin{cases} 1 & ; x > 70 \\ \frac{90-x}{15} & ; 70 \leq x < 85 \\ 0 & ; 85 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Sistem Inferensi (Aturan Fuzzy)

Aturan yang akan dibuat adalah aturan yang dirumuskan oleh sistem inferensi fuzzy. Beberapa di dalamnya aturan "IF...THEN..." yang berguna untuk menyatakan pernyataan, lalu terdapat kata yang digunakan untuk membyat suatu aturan "atau" dan "dan" yaitu aturan menggunakan "OR" atau "AND". Untuk mempermudah, dapat dituliskan dengan seperti tabel di bawah ini:

	Jumlah Debu			
Permukaan Lantai		Sedikit	Sedang	Banyak
	Halus	Kecil	Kecil	Sedang
	Sedang	Kecil	Sedang	Besar
	Kasar	Sedang	Besar	Sangat Besar
	Daya Hisap			

Berdasarkan tabel berikut, sembilan *output* telah terbentuk yang memiliki aturan:

[R1] IF PERMUKAAN KASAR AND JUMLAHDEBU BANYAK THEN DAYAHISAP SANGAT_BESAR.

[R2] IF PERMUKAAN KASAR AND JUMLAHDEBU SEDANG THEN DAYAHISAP BESAR.

[R3] IF PERMUKAAN KASAR AND JUMLAHDEBU SEDIKIT THEN DAYAHISAP SEDANG.

[R4] IF PERMUKAAN SEDANG AND JUMLAHDEBU BANYAK THEN DAYAHISAP BESAR.

[R5] IF PERMUKAAN SEDANG AND JUMLAHDEBU SEDANG THEN DAYAHISAP SEDANG.

[R6] IF PERMUKAAN SEDANG AND JUMLAHDEBU SEDIKIT THEN DAYAHISAP KECIL.

[R7] IF PERMUKAAN HALUS AND JUMLAHDEBU BANYAK THEN DAYAHISAP SEDANG.

[R8] IF PERMUKAAN HALUS AND JUMLAHDEBU SEDANG THEN DAYAHISAP KECIL.

[R9] IF PERMUKAAN HALUS AND JUMLAHDEBU SEDIKIT THEN DAYAHISAP KECIL.

Defuzzifikasi

Tahapan yang terakhir yaitu defuzzifikasi. Bertimbang balik dengan fuzzifikasi, defuzzifikasi yaitu pemetaan dari himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas. Himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari fuzzifikasi Sebelumnya akan menjadi input dalam proses ini. Pada defuzzifikasi, akan digunakan metode Centroid agar besarnya daya hisap dapat diketahui. Metode centroid ini adalah metode yang paling umum digunakan. Nama lain dari metode ini adalah *Center of Area*.

Contoh Kasus

Misalkan sebuah mesin debu ruangan akan membersihkan suatu ruangan yang memiliki kondisi permukaan lantai halus (30%) dan mempunyai jumlah debu banyak (70%). Agar ruangan dapat bersih secara maksimal dan efisien, berapa daya hisap yang dibutuhkan?

Penyelesaian:

Fuzzifikasi

Permukaan lantai 30% termasuk dalam 2 kategori pada fungsi sebelumnya, yaitu “halus” dan “sedang”, maka dapat dicari dengan:

$$\mu_{\text{permukaan lantai halus}}(x) = \frac{40-30}{20} = 0,5$$

$$\mu_{\text{permukaan lantai sedang}}(x) = \frac{30-20}{30} = 0,33$$

Jumlah debu 70% termasuk dalam 2 kategori pada fungsi sebelumnya, yaitu “sedang” dan “banyak”, maka dapat dicari dengan:

$$\mu_{\text{jumlah debu sedang}}(x) = \frac{80-70}{30} = 0,33$$

$$\mu_{\text{jumlah debu banyak}}(x) = \frac{70-60}{20} = 0,5$$

Inferensi (Aturan Implikasi)

- a) [R8] If Permukaan Halus And Jumlahdebu Sedang Then Dayahisap Kecil.

$$\alpha\text{-predikat}_8 = \mu_{\text{permukaan halus}}(x) \cap \mu_{\text{jumlah debu sedang}}(x) = 0,5 \cap 0,33 = 0,33$$

- b) [R7] If Permukaan Halus And Jumlahdebu Banyak Then Dayahisap Sedang.

$$\alpha\text{-predikat}_7 = \mu_{\text{permukaan halus}}(x) \cap \mu_{\text{jumlah debu banyak}}(x) = 0,5 \cap 0,5 = 0,5$$

- c) [R5] If Permukaan Sedang And Jumlahdebu Sedang Then Dayahisap Sedang.

$$\alpha\text{-predikat}_5 = \mu_{\text{permukaan sedang}}(x) \cap \mu_{\text{jumlah debu sedang}}(x) = 0,33 \cap 0,33 = 0,33$$

- d) [R4] If Permukaan Sedang And Jumlahdebu Banyak Then Dayahisap Besar.

$$\alpha\text{-predikat}_4 = \mu_{\text{permukaan sedang}}(x) \cap \mu_{\text{jumlah debu banyak}}(x) = 0,33 \cap 0,5 = 0,33$$

Komposisi Aturan

Variabel Output yang dikeluarkan terdiri dari tiga himpunan yaitu kecil, sedang, dan besar. Masing-masing himpunan memiliki nilai domain yang meliputi kecil (0-29), sedang (21-79), besar (51-90). Perhitungan komposisi aturan dilakukan dengan menggunakan fungsi MAX.

- a) Derajat kebenaran kecil $= \alpha_8 = \max(0,33) = 0,33$

- b) Derajat kebenaran Sedang $= \alpha_7, \alpha_5 \& = \max(0,5, 0,33) \& = 0,5$

- c) Derajat kebenaran besar $= \alpha_5 = \max(0,33) = 0,33$

- d) Setelah output derajat kebenaran diketahui, sekarang nilai untuk nilai x_1 , x_2 , dan x_3 dapat ditetapkan.

Nilai x_1

$$\frac{30-x_1}{15} = 0,33$$

$$x_1 = 30 - (0,33 * 15)$$

$$= 25$$

Nilai x_2

$$\frac{80-x_2}{30} = 0,5$$

$$x_2 = 80 - (0,5 * 30)$$

$$\begin{aligned}
 &= 65 \\
 \text{Niali } x_3 &= 0,33 \\
 \frac{90-x_3}{20} &= 0,33 \\
 x_3 &= 90 - (0,33 * 20) \\
 &= 83,4
 \end{aligned}$$

Maka himpunan fuzzy yang baru berdasarkan hasil tersebut dapat dituliskan dengan:

$$\mu_{\text{daya hisap}} = \begin{cases} 0,3; z \leq 25; z \geq 83,5 \\ \frac{z-25}{65-25}; 25 < z < 65 \\ \frac{83,4-z}{83,4-65}; 65 \leq z < 83,5 \end{cases}$$

Defuzzifikasi

Defuzzifikasi akan diperoleh dengan menggunakan *Center of Area* atau *Centroid* sebagai metodenya. Maka dapat dituliskan dengan:

$$\begin{aligned}
 Z^* &= \frac{\int \mu(z)z \, dz}{\int \mu(z) \, dz} \\
 &= \frac{\int_0^{25} (0,33)z \, dz + \int_{25}^{65} \left(\frac{z-25}{40}\right)z \, dz + \int_{65}^{83,4} \left(\frac{83,4-z}{18,4}\right)z \, dz + \int_{83,4}^{100} (0,33)z \, dz}{\int_0^{25} (0,33) \, dz + \int_{25}^{65} \left(\frac{z-25}{40}\right) \, dz + \int_{65}^{83,4} \left(\frac{83,4-z}{18,4}\right) \, dz + \int_{83,4}^{100} (0,33) \, dz} \\
 &= \frac{103,125 + 1033,33 + 660,71 + 502,0256}{8,25 + 20 + 9,09 + 5,478} \\
 &= \frac{2299,1906}{42,818} \\
 &\approx 53,7
 \end{aligned}$$

Kesimpulan dan Saran

Metode mamdani pada logika fuzzy digunakan sebagai alat bantu untuk menentukan seberapa besar kapasitas mesin penyedot debu. Setelah dihitung dengan prosedur logika fuzzy, maka akan menghasilkan nilai yang efektif untuk menagnani suatu kasus yang dihadapi. Salah satu contoh yaitu ketika menghitung simulasi data menggunakan *input* permukaan lantai (30%) yang artinya permukaan lantai berkategori halus dan sedang, dan jumlah debu (70%) yang artinya jumlah debu berkategori sedang dan banyak, menghasilkan *output* daya hisap bernilai sebesar 53,7% yang artinya sedang. Hasil ini terbukti bahwa berdasarkan aturan tujuh bahwa permukaan lantai halus dan jumlah debu banyak maka akan menghasilkan daya hisap yang sedang. Maka dapat disimpulkan bahwa percobaan menggunakan metode mamdani pada logika fuzzy ini menghasilkan hasil yang efektif untuk penggunaan mesin penyedot debu. Alat alternatif yang dihasilkan dengan menggunakan model logika fuzzy sangatlah banyak. Salah satunya yaitu pada mesin penyedot debu yang berfungsi untuk mengetahui daya hisap debu. Namun dalam penelitian ini variabel yang digunakan masih sangat sederhana, yaitu hanya permukaan lantai dan jumlah debu yang sama dalam suatu ruangan. Oleh

karena itu, disarankan agar peneliti selanjutnya mempertimbangkan input pola debu yang berubah-ubah dengan variabel perubahan debu.

Daftar Pustaka

- Prihamayu, A. H, & Abrori, M. 2015. Aplikasi Logika Fuzzy Metode Mamdani Dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Produksi. *Aplikasi Logika Fuzzy*, 6(2), 91-99
- Pratama, A, Y., Auliasari, K., & Orisa, M. 2021. Penerapan Metode Fuzzy pada Robot Penyedot Debu. *Junal Mahasiswa Teknik Informatika*, 5(1), 45-52.
- Ramadan, A., & Setia, B. 2019. Penerapan Logika Fuzzy pada sistem Cerdas. *Jurnal Sistem Cerdas*, 02(01), 61-66.
- Rusli, M. 2017. *Dasar Perancangan Kendali Logika fuzzy*. Malang: UB Press.
- Sunanto, Firdaus, R., & Siregar, M. S. 2021. Implementasi Logika Fuzzy pada Kendali Suhu dan Kelembaban Ruang Server. *Jurnal Computer Science and Information Technology*, 2(2), 128-138.