

## Penentuan Lokasi Sewa Gudang Distribusi *Hand Sanitizer* Berbasis Logika Fuzzy Mamdani

### *Determining The Location Of Hand Sanitizer Distribution Warehouse Rental Based On Mamdani's Fuzzy Logic*

Catur Nugroho<sup>1\*</sup>, Noto Susanto<sup>2</sup>, Matias Prasodjo<sup>3</sup>, Miswadi<sup>4</sup>, Adi Kusna Wibowo<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi PJJ Informatika Universitas Siber Asia, Jakarta

<sup>4</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak Politeknik META Industri, Cikarang

<sup>5</sup> Program Studi Ilmu Komputer STMIK Al-Muslim, Bekasi

Corresponding author : [caturnugroho@lecturer.unsia.ac.id](mailto:caturnugroho@lecturer.unsia.ac.id)

### Abstrak

Kemajuan teknologi informasi yang berkembang sangat cepat saat ini menjadikan aktivitas bisnis semakin bergantung pada pemanfaatan sistem informasi sebagai sarana utama dalam pengelolaan dan penyampaian data di berbagai sektor industri. Dalam bisnis hand sanitizer, proses pengelolaan logistik memerlukan perencanaan yang matang, koordinasi yang efektif, serta pengendalian yang tepat untuk memastikan pergerakan dan penyimpanan barang berlangsung efisien dari sumber hingga ke konsumen akhir. Penentuan lokasi fasilitas penyimpanan dan distribusi, seperti gudang dan pusat distribusi, menjadi elemen strategis karena keputusan yang keliru dapat berdampak langsung pada efektivitas operasional dan biaya yang dikeluarkan. Dalam konteks tersebut, pendekatan logika fuzzy, khususnya metode Fuzzy Mamdani, menawarkan kemampuan analisis yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap perubahan variabel serta dinamika pasar. Dengan pemilihan variabel input dan output yang tepat berdasarkan fungsi implikasi yang relevan, metode ini dapat membantu menghasilkan pertimbangan keputusan yang lebih akurat dalam menentukan lokasi sewa gudang distribusi hand sanitizer. Penggunaan pendekatan ini memberikan alternatif solusi pengambilan keputusan yang optimal dalam menghadapi kompleksitas situasi bisnis yang terus berubah.

**Kata Kunci :** Fuzzy logic, Rental, Warehouse, Fuzzy Mamdani, distribusi.

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi yang begitu cepat menjadikan aktivitas bisnis di berbagai organisasi semakin bergantung pada peran Sistem Informasi (SI) dan Teknologi Informasi (TI). Sistem informasi kini menjadi elemen penting yang berfungsi sebagai sarana utama dalam penyediaan dan distribusi informasi di lingkungan industri. Bisnis *Hand Sanitizer* membutuhkan upaya perencanaan yang rumit, implementasi yang lancar, dan kontrol yang tepat atas pergerakan dan penyimpanan kebutuhan barang dan informasi terkait yang efisien dan efektif dari asal hingga titik konsumsi akhir.

Bisnis *Hand Sanitizer* perlu perencanaan yang rumit, implementasi yang lancar, dan kontrol yang tepat atas pergerakan dan penyimpanan kebutuhan barang dan informasi terkait yang efisien dan efektif dari asal hingga titik konsumsi akhir. Perlunya pemasok yang secara konsisten memenuhi kebutuhan pasar serta proses pengiriman pelayanan agar penerimaan lebih cepat sehingga dapat memenuhi target pelayanan.

Dengan menentukan lokasi gudang yang tepat dapat memberikan pengaruh besar terhadap biaya investasi, biaya operasional, dan strategi distribusi oleh berjalanya usaha. Distribusi memainkan peran penting dalam rantai pasokan perusahaan mana pun (Akhtar, 2023), sehingga hal ini memainkan peran penting dalam meningkatkan tingkat

layanan pelanggan. Penempatan fasilitas yang strategis sangat terkait dengan logistik, sehingga memberikan pengaruh terhadap efisiensi dan efektivitas biaya operasional.

Dalam bidang bisnis diperlukan keputusan mengenai lokasi fasilitas, termasuk gudang, pusat distribusi, dan penyulingan, mempunyai peran penting dalam membentuk strategi logistik secara menyeluruh. Permintaan penyedia logistik menjadi sebuah isu yang penting bagi perusahaan untuk meningkatkan layanan pelanggan dan menurunkan biaya logistik pendekatan fuzzy terintegrasi untuk evaluasi dan pemilihan penyedia layanan logistik (Akman & Baynal, 2014). Masalah dalam menentukan lokasi selalu didasarkan pada pencarian keseimbangan optimal antara kinerja pemasok yang secara konsisten memenuhi kebutuhan usaha dan biaya yang dapat diterima (Sachdeva et al., 2021). Untuk itu perlunya penentuan lokasi ini mempertimbangkan banyak faktor yang ada. Sehingga ketidakpastian sering terjadi dalam proses penentuan lokasi di karenakan keterbatasan waktu, informasi yang tidak tepat, dan subjektivitas pikiran manusia (Yang et al., 2022).

Karena kondisi tersebut tidak selalu pasti, dibutuhkan metode yang mampu membantu menghadapi ketidakpastian. Logika fuzzy digunakan untuk memproses suatu masalah dengan mengubah data input menjadi output yang lebih jelas. Dalam proses prediksi penjualan ini, digunakan metode Fuzzy Mamdani, yang dikenal juga sebagai metode max-min, karena mampu memberikan hasil yang lebih fleksibel dan realistis. Hasilnya menunjukkan meningkatkan efisiensi, dan membangun hubungan rantai pasokan yang kuat dalam proses pengambilan keputusan yang kompleks (Magableh, 2024).

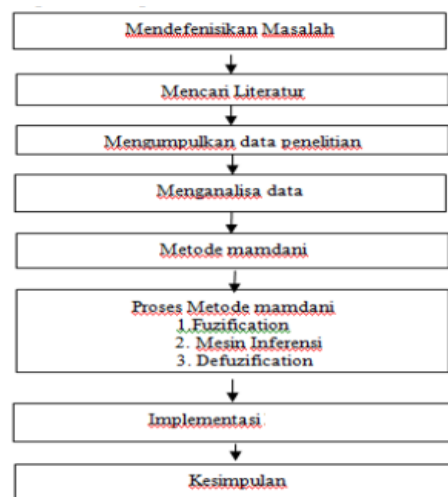
Himpunan *fuzzy* baru (FS) pertama kali didefinisikan oleh Zadeh, untuk menangani fenomena non-statistik dan samar-samar. Teori FS telah menjadi bidang penelitian yang lebih menarik dalam berbagai disiplin ilmu pengolahan citra, ekonomi, teknik, ilmu kedokteran, pengelompokan, teori informasi statistik, dan teknologi informasi (Arya & Kumar, 2021). teori himpunan fuzzy intuisisionistik telah terbukti sebagai alat yang sangat berharga untuk mengatasi ketidakpastian dan ambiguitas yang muncul dalam banyak situasi praktis (Madhya Pradesh et al., 2023).

Dalam penerapan teknik logika fuzzy, terdapat beberapa metode inferensi yang dapat digunakan, antara lain Mamdani, Larsen, dan Sugeno. Untuk menentukan tingkat kepuasan, digunakan fungsi keanggotaan berbentuk Triangular. Berdasarkan hasil pengujian, metode Mamdani menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan metode lainnya (Tejash U. Chaudhari et al., 2023). Metodologi penelitian yang digunakan yaitu sistem melibatkan empat tahapan proses *fuzzifikasi*, fungsi implikasi, proses inferensi (aturan), dan defuzzifikasi. Alur penelitian meliputi pengumpulan data melalui wawancara dan pengambilan sampel data, analisis data, perhitungan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani (Rachma et al., 2023).

Dari hasil dari penjelasan diatas penelitian ini adalah mengembangkan sebuah sistem yang merekomendasikan penentuan lokasi gudang *Hand Sanitizer* dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani.

## METODE

Berdasarkan pengamatan awal, terdapat beberapa persoalan yang perlu diselesaikan sebagaimana telah disampaikan pada bagian pendahuluan. Adapun permasalahan tersebut antara lain sebagai berikut:



**Gambar 1.** Alur Penelitian Dengan Metode Fuzzy MAMDANI

Gambar 1 menjelaskan tentang alur penelitian terkait permasalahan dan pendekatan dengan Metode Fuzzy Mamdani, dimana menggunakan fuzzy tanahi menggunakan empat langkah urutan:

- Tahap pertama adalah fuzzyfikasi, yaitu proses menentukan fungsi keanggotaan untuk variabel input dan output yang digunakan dalam sistem hingga terbentuk himpunan fuzzy.
- Tahap berikutnya adalah penerapan fungsi implikasi MIN, di mana aturan-aturan berbasis logika fuzzy dibentuk dalam struktur IF-THEN sebagai dasar pengetahuan.
- Selanjutnya dilakukan komposisi aturan pada metode Fuzzy Mamdani melalui proses inferensi. Pada tahap ini tersedia tiga metode yang dapat digunakan, yaitu max, additive, dan probabilistic OR.
- Tahap akhir adalah defuzzyfikasi, yaitu mengubah hasil keluaran fuzzy menjadi nilai tegas dengan menggunakan metode Centroid of Area (COA).

### C. Logika Fuzzy

Teori himpunan fuzzy berangkat dari konsep logika klasik atau Boolean yang hanya mengenal dua nilai, yaitu 0 dan 1. Konsep tersebut kemudian dikembangkan menjadi tingkat keanggotaan yang bersifat lebih fleksibel, sehingga suatu nilai dapat berada pada rentang antara 0 hingga 1. Dalam penerapannya, terdapat dua nilai utama yang menjadi dasar dalam himpunan fuzzy, yaitu:

- Nilai 1 menunjukkan bahwa suatu elemen termasuk sepenuhnya sebagai anggota dalam sebuah himpunan fuzzy, atau memiliki tingkat keanggotaan maksimal.
- Nilai 0 menunjukkan bahwa suatu elemen sama sekali tidak menjadi bagian dari himpunan fuzzy, atau tingkat keanggotaannya bernilai nol.

Teori fuzzy telah diterapkan dalam pengambilan keputusan, riset operasi, dan masih banyak lagi (Luyen & Thanh, 2022). Para pengambil keputusan dapat memperoleh hasil terstruktur dalam pengambilan keputusan yang kompleks, dengan mempertimbangkan variasi data dan preferensi subjektif (Arshad et al., 2024).

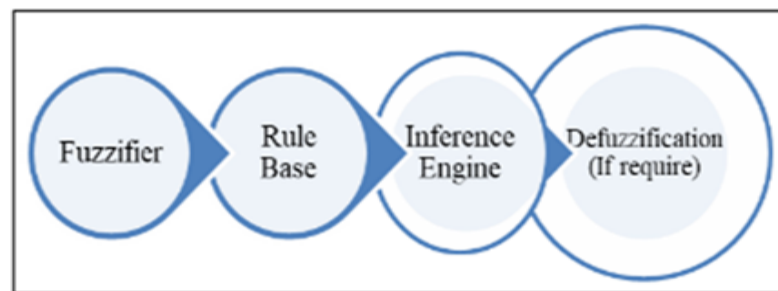
Dalam penerapan metode fuzzy, diperlukan pemahaman dasar mengenai beberapa konsep utama dalam logika fuzzy, yaitu:

- Variabel Fuzzy, merupakan variabel yang menjadi objek pembahasan atau analisis dalam sistem fuzzy.

- b. Himpunan Fuzzy, adalah sekumpulan nilai yang menggambarkan kondisi atau keadaan tertentu dari sebuah variabel fuzzy.
- c. Semesta pembicaraan, merupakan keseluruhan rentang nilai yang diperbolehkan untuk digunakan dalam proses fuzzy.
- d. Domain, merupakan nilai-nilai yang termasuk dalam semesta pembicaraan dan digunakan dalam proses perhitungan fuzzy.

#### D. Fuzzy Mamdani

Metode ini sering sekali digunakan dalam melakukan implementasi aplikasi, dimana strukturnya menggunakan *MIN-MAX* atau *MAX-PRODUCT*. Pengembangan aplikasi diagnostik meliputi empat tahap yaitu proses *fuzzifikasi*, fungsi implikasi, proses inferensi (*rules*), dan *defuzzifikasi*. Fuzzy mamdani seperti ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini, serta 4 tahapan untuk mendapatkan output (Nurkholis et al., 2019).



**Gambar 2.** Elemen Memodelan *Fuzzy*

Metode Mamdani memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode fuzzy lainnya. Metode ini lebih mudah dipahami, bisa digunakan di banyak bidang, dan cara kerjanya mirip dengan cara manusia memproses informasi. Mamdani juga dikenal sebagai metode Max-Min, dan dianggap mendekati pola pikir manusia karena bagian antecedent dan consequent sama-sama dinyatakan dalam bentuk himpunan fuzzy (Okwu et al., 2023). Adapun formulasi (1) metode mamdani seperti berikut :

$$y = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\mu_R(y)} \quad (1)$$

Dimana:

$y^*$  = nilai crisp

$\mu_R(y)$  = derajat keanggotaan  $y$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Menentukan kriteria

Himpunan fuzzy merupakan metode yang menghasilkan hasil yang andal dan informatif yang lebih baik dalam mewakili ketidaktelitian masalah pengambilan keputusan (Bakioglu & Atahan, 2021).

Ada sejumlah kriteria yang perlu dipertimbangkan saat mengevaluasi penentuan lokasi ini Melalui definisi empat kriteria pengambil keputusan seperti ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini, yaitu variable : Harga Sewa, Akses Infrastruktur, Tersedianya Moda Transportasi berbagai jenis, dan kapasitas lokasi.

**Tabel 1.** Kriteria Pengambil Keputusan

Nama	Variable	Keterangan
Kriteria-1	Harga Sewa	Menentukan harga sewa dari murah ke mahal
Kriteria-2	Infrastruktur	Menentukan akses yang mudah diajngkau
Kriteria-3	Transportasi	Tersedianya banyak transportasi
Kriteria-4	lokasi	Kapasitas lokasi strategis

Selanjutnya Pembentukan Fungsi Keanggotaan pada setiap variabel input dan output yang relevan. Pengolahan data mulai dapat dilakukan dengan menentukan nilai variabel dan ruang lingkup pembahasan, kemudian dilanjutkan dengan pembentukan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* probabilitas yang ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Matriks Keputusan Dengan Empat Crtieria

Variable	Himpunan	Interval
Harga Sewa (Dalam Rp)	mahal	$\geq 10000$
	sedang	3000 - 7000
	murah	$\leq 4500$
Akses Infrastruktur	sangat terjangkau	$\geq 100$
	terjangkau	30 - 75
	kurang terjangkau	$\leq 45$
	tersedia	$\geq 100$
Tersedia Transportasi	tidak tersedia	$\leq 50$
	sangat rekomendasi	$\geq 100$
Kapasitas Lokasi	rekomendasi	35 - 75
	tidak rekomendasi	$\leq 50$
	rekomendasi	

## B. Fungsi Implikasi

Langkah pada tahapan implikasi ini dilakukan dalam tahap berikutnya, kemudian kita dapat untuk dapat dengan menyediakan probabilitas posterior yang akan digunakan dalam metode ini yaitu fungsi *Min*. Hasil himpunan fuzzy berdasarkan variabel masukan dan keluaran sebagai berikut.

### a) Variabel Harga Sewa

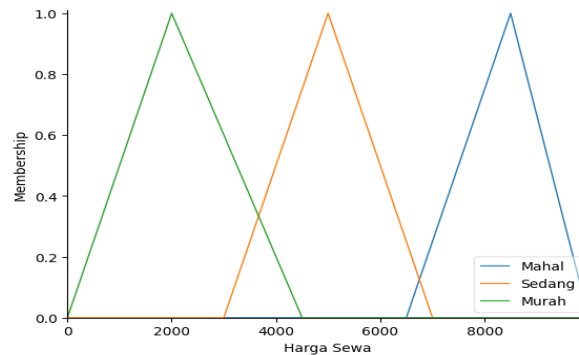
Pada variabel Harga Sewa untuk menggambarkan harga sewa yang di inputkan nilai Harga Sewa dengan dibagi menjadi 3 parameter penilaian yang seperti pada tabel berikut:

**Tabel 3.** Variable Harga Sewa

Semesta Pembicara	Himpunan Fuzzy	Model Mf	Nilai Parmeter
0-100	MAHAL	Trimf	[6500, 8500, 10000]

0-100	SEDANG	Trimf	[3000, 5000, 7000]
0-100	MURAH	Trimf	[0, 2000, 4500]

Himpunan variable Harga sewa divisualisasikan seperti yang ditunjukan dengan gambar 3, berikut ini :



**Gambar 3.** Fungsi Derajat Keanggotaan

Perhitungan ini merupakan pembentukan dari himpunan fuzzy untuk harga sewa :

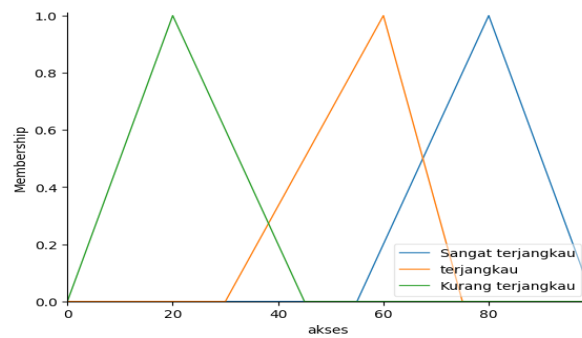
$$\begin{aligned} \mu_{\text{MURAH}}[x] &= \begin{cases} 1; & X \leq 4500 \\ \frac{4500 - x}{4500 - 2000}; & 2000 \leq X \leq 4000 \\ 0; & X \geq 4500 \end{cases} \\ \mu_{\text{SEDANG}}[x] &= \begin{cases} 0; & X \leq 3000 \text{ atau } \geq 7000 \\ \frac{x - 3000}{5000 - 3000}; & 3000 \leq X \leq 5000 \\ \frac{7000 - x}{7000 - 5000}; & 5000 \leq X \leq 7000 \\ 0; & X \leq 6500 \end{cases} \\ \mu_{\text{MAHAL}}[x] &= \begin{cases} \frac{x - 6500}{8500 - 6500}; & 6500 \leq X \leq 8500 \\ 1; & 8500 \leq X \leq 10000 \end{cases} \end{aligned}$$

b) Variabel Akses infrastruktur

Nilai variabel akses infrastruktur untuk menggambarkan infrastruktur pada lokasi yang digunakan, variabel ini dibagi menjadi 3 peringkat seperti pada Tabel berikut :

Tabel 3. Variable Akses Infrastruktur			
Semesta Pembicara	Himpunan Fuzzy	Model Mf	Parmeter
0-100	Sangat Terjangkau	Trimf	$\geq 100$
0-100	Terjangkau	Trimf	30 - 75
0-100	Kurang terjangkau	Trimf	$\leq 45$

Himpunan variable jarak digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 4.** Derajat Keanggotaan infrastruktur

Hasil pembentukan dari himpunan fuzzy jarak:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{MURAH}}[x] &= \begin{cases} 1; & X \leq 4000 \\ \frac{4500 - x}{4500 - 2000}; & 2000 \leq X \leq 4000 \\ 0; & X \geq 4000 \end{cases} \\ \mu_{\text{SEDANG}}[x] &= \begin{cases} 0; & X \leq 3000 \text{ atau } \geq 7000 \\ \frac{x - 3000}{5000 - 3000}; & 3000 \leq X \leq 5000 \\ \frac{x - 7000}{7000 - 5000}; & 5000 \leq X \leq 7000 \end{cases} \\ \mu_{\text{MAHAL}}[x] &= \begin{cases} 0; & X \leq 6500 \\ \frac{x - 6500}{8500 - 6500}; & 6500 \leq X \leq 8500 \\ 1; & 8500 \leq X \leq 10000 \end{cases} \end{aligned}$$

#### c) Variabel Transportasi

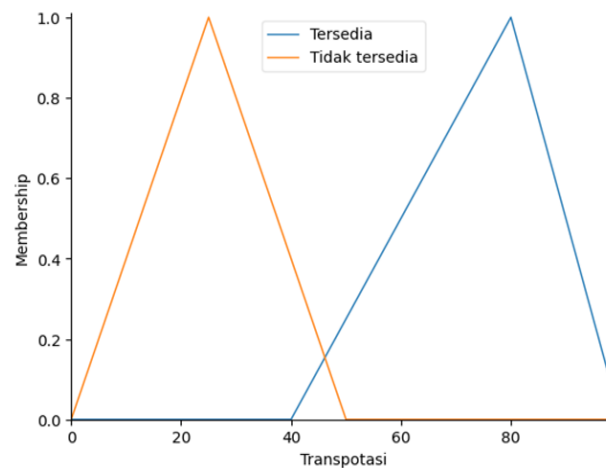
Nilai variabel transportasi untuk menggambarkan ketersediaan transportasi baik yang akan digunakan karyawan dan akses transportasi yang luas, transportasi ini dibagi menjadi 3:

**Tabel 4.** Variable Tersedia transportasi

Semesta Pembicara	Himpunan Fuzzy	Model MF	Nilai Parmeter
0-100	Tersedia	Trimf	$\geq 100$
0-100	Tidak Tersedia	Trimf	30 - 75

Himpunan variable Transportasi digambarkan dengan gambar 5, berikut ini :





**Gambar 5.** Keanggotaan Fungsi Derajat varibel transportasi

berikut ini merupakan Formulasi dari pembentukan himpunan Tersedia transportasi :

$$\mu_{\text{MURAH}}[x] = \begin{cases} 1; & X \leq 4000 \\ \frac{4500 - x}{4500 - 2000}; & 2000 \leq X \leq 4000 \\ 0; & X \geq 4000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SEDANG}}[x] = \begin{cases} 0; & X \leq 3000 \text{ atau } \geq 7000 \\ \frac{x - 3000}{5000 - 3000}; & 3000 \leq X \leq 5000 \\ \frac{x - 7000}{7000 - 5000}; & 5000 \leq X \leq 7000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{MAHAL}}[x] = \begin{cases} 0; & X \leq 6500 \\ \frac{x - 6500}{8500 - 6500}; & 6500 \leq X \leq 8500 \\ 1; & 8500 \leq X \leq 10000 \end{cases}$$

d) Variabel Kapasitas Lokasi

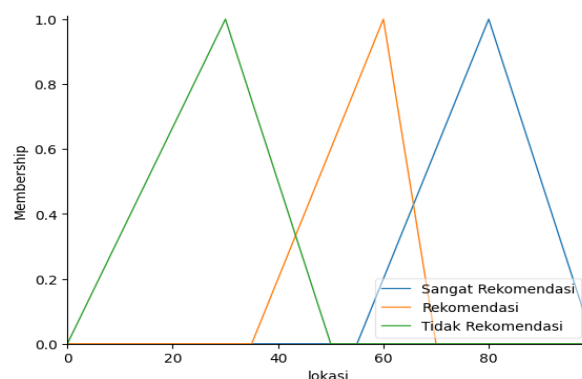
Nilai variabel Kapasitas Lokasi dapat dibagi menjadi 3:

**Tabel 5.** Himpunan Fuzzy Kapasitas Lokasi

Semesta Pembicara	Nama Himpunan Fuzzy	Model Mf	Nilai Parmeter
0-100	Kapasitas_Lokasi	Trimf	$\geq 100$
0-100	Rekomendasi	Trimf	30 - 75
0-100	Tidak Rekomendasi	Trimf	$\leq 45$

Himpunan variable jarak digambarkan sebagai berikut:





**Gambar 6.** Fungsi Derajat Keanggotaan Kapasitas lokasi

#### e) Komposisi Aturan

Setelah menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel dalam himpunan fuzzy, tahap berikutnya adalah menyusunnya ke dalam bentuk aturan logika fuzzy. Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, aturan-aturan fuzzy kemudian dirumuskan sebagai berikut:

rule1 : if (Harga['Mahal'] and Infrastruktur['Sangat terjangkau'] and Transportasi ['Tersedia'], Lokasi['Sangat Rekomendasi'])

rule2 : if (Harga['Mahal'] and Infrastruktur['terjangkau'] and Transportasi ['Tidak Tersedia'], Lokasi['Rekomendasi'])

rule3 : if (Harga['Sedang'] and Infrastruktur['Kurang terjangkau'] and Transportasi ['Tersedia'], Lokasi['Tidak Rekomendasi'])

rule4 : if (Harga['Sedang'] and Infrastruktur[' Sangat terjangkau'] and Transportasi ['Tidak Tersedia'], Lokasi['Tidak Rekomendasi'])

rule5 : if (Harga['Murah'] and Infrastruktur[' terjangkau'] and Transportasi [' Tersedia'], Lokasi[' Sangat Rekomendasi'])

rule6 : if (Harga['Murah'] and Infrastruktur['Kurang terjangkau'] and Transportasi ['Tidak Tersedia'], Kapasitas\_lokasi['Tidak Rekomendasi']).

### C. Konstruksi fungsi

Defuzzyfikasi adalah langkah terakhir pada metode Fuzzy Mamdani untuk mengubah nilai fuzzy menjadi nilai pasti (crisp) sebagai hasil akhir. Nilai tersebut kemudian ditetapkan ke dalam keputusan, yaitu “Tidak Rekomendasi” (TR), “Rekomendasi” (R), atau “Sangat Rekomendasi” (SR).

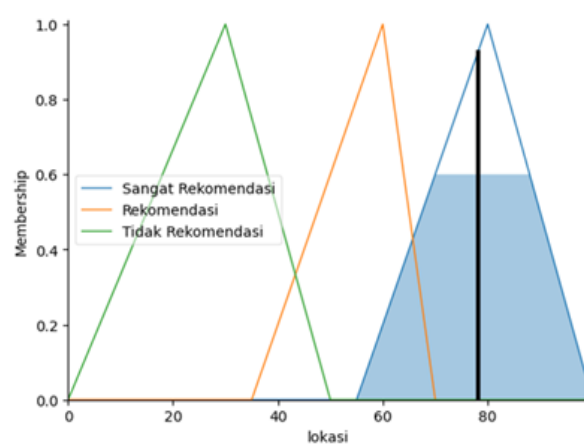
Pada penjelasan ini, akan digunakan metode *Centroid* sebagai teknik defuzzyfikasi. Nilai output *crisp* tersebut digunakan sebagai bobot lokasi untuk dibandingkan dengan lokasi lainnya. Semakin tinggi bobot tersebut, semakin tinggi posisi peringkatnya. Ada 6 lokasi yang diinput oleh pengambil keputusan yang akan menggunakan nilai peringkat dengan peringkat tertinggi merupakan lokasi yang paling direkomendasikan untuk di sewa.

**Tabel 6. Spesifikasi Peralatan**

Pilihan	Harga	Akses	Transportasi	Lokasi	Keputusan	Peringkat
Lokasi A	7000	80	80	53.222	R	4
Lokasi B	8000	70	70	78.114	SR	1
Lokasi C	8000	60	50	77.67	SR	2
Lokasi D	7000	65	75	77.74	SR	3
Lokasi E	7000	80	80	53.222	R	6
Lokasi F	8000	70	70	78.114	SR	5

#### D. Hasil Fuzzy Mamdani

Dengan adanya data input dan proses perhitungan menggunakan metode Fuzzy Mamdani, hasil akhirnya dihitung melalui pemrograman Python berdasarkan perbandingan nilai dari variabel yang telah ditentukan. Dari pengujian pada empat lokasi, diperoleh bahwa Lokasi B berada pada peringkat pertama dan sangat direkomendasikan. Hasil ini menunjukkan bahwa metode fuzzy mampu memberikan penilaian yang fleksibel dalam menentukan lokasi terbaik untuk penyewaan gudang distribusi hand sanitizer.



**Gambar 7. Hasil Perhitungan Phytion**

#### KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini adalah penggunaan logika fuzzy mampu memberikan hasil yang diperoleh dengan maksimal dan implikasinya kemudian dapat diwujudkan dengan memberikan akibat. Karena hasil yang diperoleh dari implementasi dengan phyton dan logika fuzzy dapat memberi rekomendasi hasil dengan adaptasi yang baik dan bereaksi terkait perubahan menggunakan variable yang mempengaruhi harga sewa pada area komersial yang diterapkan.

Keunggulan dalam industri adalah ketika menerapkan metode Fuzzy Mamdani, memungkinkan untuk menghitung proses pencarian lokasi sewa agar lebih sesuai dengan kebutuhan atau perubahan yang terjadi dalam bisnis. Melalui pembahasan dengan hasil perhitungan data implementasi, maka dapat disimpulkan bahwa: Metode logika fuzzy dengan metode Fuzzy Mamdani mampu membantu dalam proses

melakukan perhitungan yang flexible dalam menentukan harga lokasi untuk Sewa Gudang Distribusi *Hand Sanitizer*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M. (2023). Logistics services outsourcing decision making: A literature review and research agenda. *International Journal of Production Management and Engineering*, 11(1), 73–88. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2023.18441>
- Akman, G., & Baynal, K. (2014). Logistics Service Provider Selection through an Integrated Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach. *Journal of Industrial Engineering*, 2014, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2014/794918>
- Arshad, M. W., Sumanto, S., & Setiawansyah, S. (2024). Decision Support System Perspective Using Entropy and Multi-Attribute Utility Theory in the Selection of the Best Division Head. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 8(2), 1109. <https://doi.org/10.30865/mib.v8i2.7603>
- Arya, V., & Kumar, S. (2021). A Picture Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Approach Based on the Combined TODIM-VIKOR and Entropy Weighted Method. *Cognitive Computation*, 13(5), 1172–1184. <https://doi.org/10.1007/s12559-021-09892-z>
- Bakioglu, G., & Atahan, A. O. (2021). AHP integrated TOPSIS and VIKOR methods with Pythagorean fuzzy sets to prioritize risks in self-driving vehicles. *Applied Soft Computing*, 99, 106948. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106948>
- Department of Computer Science and Engineering, Technocrats Institute of Technology, Bhopal, Madhya Pradesh, India, Pandey, K., Mishra, A., Department of Mathematics, Government College Raigaon, Satna, Madhya Pradesh, India, Rani, P., Department of Engineering Mathematics, Koneru Lakshmaiah Education Foundation, Vaddeswaram, Andhra Pradesh, India, Ali, J., School of Engineering and Technology, Department of Computer Science and Engineering, Sharda University, Greater Noida, Uttar Pradesh, India, Chakraborty, R., & Capability Systems Centre, School of Engineering and Information Technology, UNSW Canberra, Australia. (2023). Selecting features by utilizing intuitionistic fuzzy Entropy method. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 6(1), 111–133. <https://doi.org/10.31181/dmame07012023p>
- Luyen, L. A., & Thanh, N. V. (2022). Logistics Service Provider Evaluation and Selection: Hybrid SERVQUAL-FAHP-TOPSIS Model. *Processes*, 10(5), 1024. <https://doi.org/10.3390/pr10051024>
- Magableh, G. M. (2024). An integrated model for rice supplier selection strategies and a comparative analysis of fuzzy multicriteria decision-making approaches based on the fuzzy entropy weight method for evaluating rice suppliers. *PLOS ONE*, 19(4), e0301930. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301930>
- Nurkholis, E., Sanjaya, A., & Setiawan, A. B. (2019). *Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Harga Sewa Mobil*.
- Okwu, M. O., Samuel, O. D., Otanocha, O. B., Tartibu, L. K., Omoregbee, H. O., & Mbachu, V. M. (2023). Development of ternary models for prediction of biogas yield in a novel modular biodigester: A case of fuzzy Mamdani model (FMM), artificial neural network (ANN), and response surface methodology (RSM). *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(2), 917–926. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-01113-1>

- Rachma, S. M., Nishom, M., & Handayai, S. F. (2023). *Gastric Disease Diagnostic Expert System Application Using the Fuzzy Mamdani Method*.
- Sachdeva, N., Shrivastava, A. K., & Chauhan, A. (2021). Modeling supplier selection in the era of Industry 4.0. *Benchmarking: An International Journal*, 28(5), 1809–1836. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0441>
- Tejash U. Chaudhari, Vimal B. Patel, Rahul G. Thakkar, & Chetanpal Singh. (2023). Comparative analysis of Mamdani, Larsen and Tsukamoto methods of fuzzy inference system for students' academic performance evaluation. *International Journal of Science and Research Archive*, 9(1), 517–523. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2023.9.1.0443>
- Yang, W.-C., Choe, C.-M., Kim, J.-S., Om, M.-S., & Kim, U.-H. (2022). Materials selection method using improved TOPSIS without rank reversal based on linear max-min normalization with absolute maximum and minimum values. *Materials Research Express*, 9(6), 065503. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ac2d6b>