

Penerapan Metode Logika Fuzzy *sugeno* untuk Optimasi Persediaan Stok Masker pada Apotek Intravena

Muhammad Alwi Baihaqi¹*, Sriani²

^{1,2} Sains dan Teknologi, UIN Sumatera Utara, Medan, 20353, Indonesia

alwibaihaqi23@gmail.com

Abstract

Mask stock management is the most important component in the successful provision of personal protective equipment in medical environments. Inadequate supply of masks can result in supply shortages when demand is high, while excessive inventory will incur unnecessary storage costs. This research aims to overcome this problem by applying Sugeno fuzzy logic to optimize mask stock at intravenous pharmacies. The Sugeno fuzzy logic model was developed by implementing rules based on input variables that determine the optimal mask stock level. The input variables used in this research include initial stock, sold stock and additional stock, while the output variable is ending stock. The data will be used as a fuzzy set, and fuzzy rules are formed based on data from the Intravenous pharmacy. By applying the Sugeno fuzzy logic method, the model can produce decisions based on the input data. Evaluation of model performance is carried out using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) to measure the accuracy of actual prediction results. Based on testing using MATLAB software, through the implementation of the Sugeno fuzzy logic method using Mean Absolute Percentage Error (MAPE), it was found that the results reached 10.113% or the same as the correctness level of 88.887%. The research results show that the effective application of Sugeno fuzzy logic can help to manage mask stock supplies in Intravenous pharmacies with a low error rate and has the potential to reduce stock error costs. This research shows that the Sugeno fuzzy logic method has great potential in the context of mask stock management.

Keywords: Fuzzy Logic, Sugeno, Management, MAPE, Mask Stock

Abstrak

Manajemen stok masker merupakan komponen paling penting dalam keberhasilan penyediaan alat pelindung diri dalam lingkungan medis. Persediaan masker yang tidak memadai dapat mengakibatkan kekurangan pasokan saat permintaan tinggi, sementara persediaan berlebihan akan menimbulkan biaya penyimpanan yang tidak perlu. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menerapkan logika *fuzzy sugeno* untuk mengoptimasi stok masker pada apotek Intravena. Model logika *fuzzy sugeno* dikembangkan dengan mengimplementasikan aturan-aturan berdasarkan variabel input yang menentukan tingkat stok masker yang optimal. Variabel input yang digunakan dalam penelitian ini mencakup stok awal, stok terjual dan penambahan stok sementara variabel outputnya adalah stok akhir. Data tersebut akan dijadikan sebagai himpunan *fuzzy*, dan aturan *fuzzy* dibentuk berdasarkan data dari apotek Intravena. Penerapan metode logika *fuzzy sugeno*, model dapat menghasilkan keputusan berdasarkan data-data input tersebut. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan *Mean Absolute Percentase Error (MAPE)* untuk mengukur ketepatan hasil prediksi yang aktual. Berdasarkan pengujian menggunakan perangkat lunak MATLAB, melalui implementasi metode logika *fuzzy sugeno* menggunakan *Mean Absolute Percentase Error (MAPE)*, ditemukan bahwa hasilnya mencapai 10,113% atau sama dengan tingkat kebenarannya sebesar 88,887%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan logika *fuzzy sugeno* secara efektif dapat membantu untuk memanajem persedian stok masker di apotek Intravena dengan tingkat kesalahan yang rendah dan berpotensi untuk mengurangi biaya kesalahan stok. Penelitian ini memperlihatkan bahwa metode logika *fuzzy sugeno* memiliki potensi besar dalam konteks manajemen stok masker.

Kata kunci: Logika *Fuzzy* , Sugeno, Manajemen, *MAPE*, Stok Masker

KomtekInfo is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Apotek Intravera merupakan salah satu apotek yang terletak di Kota Medan. Apotek ini menyediakan berbagai macam produk kesehatan, salah satu nya adalah masker yang saat ini menjadi kebutuhan masyarakat. Menggunakan masker menjadi salah satu langkah yang efektif dalam mengurangi resiko

penyebaran virus dan melindungi kesehatan masyarakat [1].

Fakta selama pandemi terlihat pada kasus permintaan masker medis mengalami fluktuasi yang signifikan [2]. Permintaan yang tiba tiba meningkat secara drastis ketika wabah muncul [3]. Penurunan angka permintaan masker terlihat cukup drastis setelah masa new normal sehingga hal ini menimbulkan kelebihan stock

persediaan masker [4]. Perubahan kebijakan kesehatan seperti rekomendasi penggunaan masker oleh populasi umum atau perubahan dalam persyaratan penggunaan masker di fasilitas medis, dapat mempengaruhi tindakan dalam pengadaan masker [5]. Kualitas dan kondisi stok masker medis dalam hal ini juga mengalami pengeloaan yang tidak cukup baik sehingga hal ini menyebabkan masalah dalam pengelolaan persediaan masker [6]. Permasalahan tersebut dapat terlihat bahwa dengan persediaan masker yang semakin banyak hingga menyebabkan masker mengalami kadaluwarsa atau kerusakan, yang akhirnya mengakibatkan pemborosan [7].

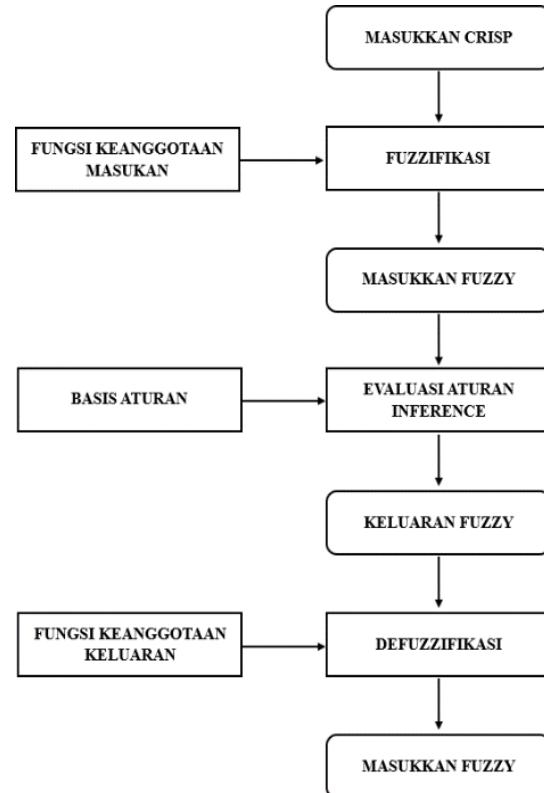
Berdasarkan permasalahan tersebut maka solusi untuk pengelolaan persediaan masker dapat dilakukan dengan analisis persediaan masker. Proses analisis tersebut dapat mengadopsi konsep *Fuzzy Logic* untuk melakukan analisa persediaan masker. Konsep *fuzzy* merupakan sebuah konsep yang melibatkan fungsi keanggotaan dalam melakukan perhitungan [8]. Fungsi keanggotaan (membership function) merupakan sebuah parameter dalam bentuk kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya [9]. Fungsi keanggotaan juga sering disebut dengan derajat keanggotaan memiliki nilai interval antara 0 sampai 1 [10]. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi Representasi Kurva Segitiga [11].

Berdasarkan penelitian terdahulu menjelaskan bahwa metode *fuzzy* mampu melakukan pemetaan tingkat produksi masker kain di masa pandemi dengan tingkan nilai kesalahan berdasarkan *MAPE* sebesar 25,01% dan tingkat akurasi sebesar 74,99% [12]. Penelitian lainnya juga menjelaskan bahwa penerapan *fuzzy* mampu melakukan prediksi produksi tahu dengan tingkat selisih error (kesalahan) 0,19% dan tingkat ketepatan hasil prediksi berdasarkan nilai akurasi sebesar 99,81%. [13]. Penelitian yang sama juga menjelaskan bahwa manajemen produksi dapat di analisa dengan tujuan untuk manajemen permintaan dan persediaan untuk menghindari penumpukan stock [14].

Berdasarkan laporan penelitian terdahulu maka proses analisis persediaan stock market dapat dilakukan guna sebagai langkah dalam optimalisasi manajemen persediaan dan permintaan masker di Apotek Intravena. Proses optimasi tersebut secara umum digunakan untuk memaksimalkan atau mengoptimalkan sesuatu hal yang bertujuan untuk mengelola sesuatu yang dikerjakan [15]. Proses optimasi juga dijadikan sebuah langkah dalam mencari dan menemukan solusi yang paling efisien, efektif bagi pengeloaan masker yang terjadi. Proses optimasi yang dilakukan sebagai bentuk pengendalian persediaan dan permintaan di Apotek Intravena juga akan memberikan dampak langsung dalam manajemen pengendalian stock masker.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian ilmiah yang menggunakan metode pengumpulan dan analisis data yang berfokus pada angka dan penelitian ini juga menggunakan metode logika *Fuzzy Sugeno*. Pembahasan penelitian terfokus pada analisis persediaan stock masker yang didasari pada data jumlah pembelian stok item sebelumnya, sisa stok item, dan jumlah item yang terjual. Sumber data tersebut bisa di dapatkan melalui wawancara dengan pemilik Apotek Intravena. Proses analisis tersebut dapat digambarkan pada kerangka penelitian merupakan konseptual atau struktur yang digunakan untuk perencanaan dan pengorganisasian penelitian. Kerangka penelitian membantu peneliti memahami hubungan antara variabel yang diteliti dan memberikan arahan untuk desain penelitian dan analisis data. Kerangka penelitian yang kuat memungkinkan peneliti untuk menjaga konsistensi penelitian, memastikan relevansi teori dan data yang dikumpulkan, serta membantu menginterpretasikan hasil penelitian. Kerangka penelitian dalam analisis metode *fuzzy* dalam optimalisasi persediaan stock masker di Apotek Intravena dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 kerangka penelitian

Gambar 1 merupakan tahapan kinerja konsep *fuzzy* dalam melakukan analisis persediaan stock. Kinerja analisis tersebut menggunakan *Fuzzy Sugeno* yang nantinya akan diimplementasikan pada software Matlab. Software Matlab digunakan untuk

pemrograman berbasis matriks untuk melakukan proses analisis, rekayasa, dan perhitungan matematis.

2.1. Logika fuzzy

Logika *Fuzzy* merupakan salah satu pembentuk soft computing [16]-[18]. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 [19]. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *Fuzzy* yang menyatakan bahwa peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam satu himpunan sangatlah penting. Definisi logika *fuzzy* diantaranya adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, logika himpunan yang menyelesaikan keambiguan. Logika *fuzzy* menyediakan cara untuk mengubah pernyataan *linguistik* menjadi numerik[20].

2.2. Logika *fuzzy* sugeno

Metode *fuzzy sugeno* memberikan hasil keputusan yang terperinci [21]. Penalaran dengan metode *sugeno* hampir sama dengan penalaran *mamdani*, hanya saja output (*Konsekuensi*) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* , melainkan berupa konstanta atau persamaan linear [22]. Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [23],[24]. Proses *fuzzifikasi* dipergunakan untuk mengubah data masukkan tegas (*Crisp*) kedalam bentuk himpunan keanggotaan [25].

3. Hasil dan Pembahasan

Proses analisis data merupakan salah satu upaya atau cara untuk mengolah data menjadi informasi sehingga karakteristik data tersebut bisa dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan. Tujuan utama dari analisis data adalah untuk mengidentifikasi pola, tren dan hubungan dalam data yang di analisis. Variabel yang digunakan dalam analisis data ini adalah stok awal, stok terjual, penambahan stok dan stok akhir.

Proses analisis dilakukan dengan menganalisis variabel -variabel tersebut, apotek dapat mengidentifikasi pola peningkatan atau penurunan stok. Hal ini akan membantu apotek dalam mengambil keputusan yang lebih cerdas dalam memanajemen stok masker untuk memenuhi kebutuhan pelanggan secara efisien. Proses analisis persediaan stock dengan menggunakan konsep *fuzzy* dapat dilihat sebagai berikut :

3.1 Analisis data

Data yang diperoleh adalah data yang telah diproses dari Apotek Intravena. Data tersebut digunakan sebagai dataset analisis dengan variabel yang seperti Data Stok

Awal, Data Penjualan, Penambahan Box, dan Stok Akhir yang terjadi pada periode bulan Juli 2022 sampai Juni 2023. Data stok masker tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Stok Masker Juli 2022- Juni 2023

Bulan	Stok Awal (box)	Terjual (box)	Penambahan (box)	Stok Akhir (box)
Juli	8548	8548	10200	10200
Agustus	10200	8575	10080	11705
September	11705	8494	9420	12631
Oktober	12631	8465	7500	11666
November	11666	8434	7440	10672
Desember	10672	7390	8100	11382
Januari	11382	7161	6600	10821
Februari	10821	7110	5460	9171
Maret	9171	6990	6380	8561
April	8561	6857	6660	8364
Mei	8364	6707	4500	6157
Juni	6157	6476	4590	4271

Tabel 1 memberikan ringkasan persediaan masker setiap bulan. Data mencakup jumlah masker medis, memperlihatkan perubahan jumlah stok masker dari bulan ke bulan. Tabel ini merupakan alat penting untuk pengambilan keputusan terkait jumlah stok masker.

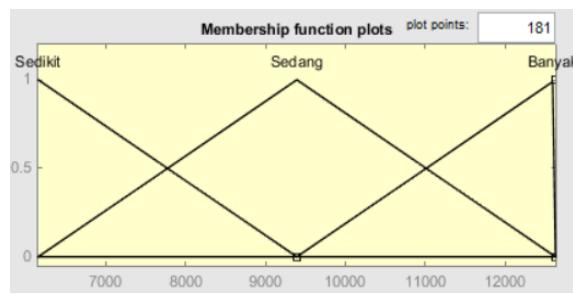
1. Variabel Stok Awal (*X1*)

Data stok awal yang di peroleh dari Apotek Intravena merupakan data bulan Juli 2022 sampai juni 2023. Data tersebut memiliki jumlah minimum stok awal sebesar 6157 box dan maksimum mencapai 12631 box. Dari data jumlah minimum dan maksimum di atas, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 .

Tabel 2. himpunan variabel stok awal

Variabel	Himpunan	Semesta	Domain
Stok Awal	Sedikit Sedang Banyak	6157 - 12631	[6157 - 9394] [6157 9394 12631] [9394 - 12631]

Tabel 2 menunjukkan data stok awal yang diperoleh dari Apotek Intravena untuk rentang waktu Juli 2022 hingga Juni 2023. Jumlah stok awal bervariasi antara 6157 box sebagai minimum dan mencapai 12631 box sebagai maksimum. Informasi ini memberikan gambaran tentang kisaran kuantitas stok yang tersedia selama periode tersebut. Visualisasi yang jelas tentang fungsi keanggotaan stok awal pada periode Juli 2022 hingga Juni 2023 dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. fungsi keanggotaan variabel stok awal

Gambar 2 merupakan fungsi keanggotaan variabel stok awal. Variabel stok awal memiliki 3 himpunan yaitu “Sedikit”, “Sedang”; “Banyak”. Gambar 2 di atas dapat dibuat formula derajat keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x_1] = \begin{cases} 1; & x \leq 6157 \\ \frac{9394-x}{9394-6157}; & 6157 \leq x \leq 9394; \\ 0; & x \geq 9394. \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x_1] = \begin{cases} 0; & x \leq 6157 \text{ atau } x \geq 12631 \\ \frac{x-6157}{12631-6157}; & 6157 \leq x \leq 9394; \\ \frac{12631-x}{12631-9394}; & 9394 \leq x \leq 12631 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[x_1] = \begin{cases} 0; & x \leq 6157 \\ \frac{x-9394}{12631-9394}; & 9394 \leq x \leq 12631 \\ 1; & x \geq 12631 \end{cases}$$

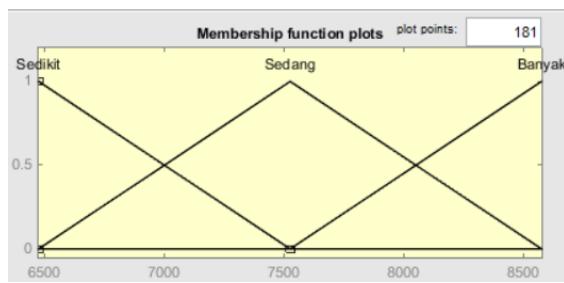
2. Variabel Terjual (X2)

Data stok terjual yang di peroleh dari Apotek Intravena merupakan data Juli 2022 sampai juni 2023. Data tersebut memiliki jumlah minimum masker yang Terjual sebesar 6476 box dan maksimum mencapai 8575 box. Dari data jumlah minimum dan maksimum di atas, data tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Stok Himpunan Variabel Terjual

Variabel	Himpunan	Semesta	Domain
Terjual	Sedikit		[6476 - 7526]
	Sedang	6476 - 8575	[6476 - 7526]
	Banyak		[7526 - 8575]

Tabel 3 menunjukkan data stok terjual yang diperoleh dari Apotek Intravena untuk rentang waktu Juli 2022 hingga Juni 2023. Jumlah stok terjual bervariasi antara 6476 box sebagai minimum dan mencapai 8575 box sebagai maksimum. Informasi ini memberikan gambaran tentang kisaran kuantitas stok yang tersedia selama periode tersebut. Visualisasi Tabel 3 di atas dapat dibuat grafik terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Terjual

Gambar 3 merupakan fungsi keanggotaan variabel stok terjual. Variabel stok terjual memiliki 3 himpunan yaitu “Sedikit”, “Sedang”; “Banyak”. Gambar 3 memberikan visualisasi yang jelas tentang fungsi keanggotaan stok terjual pada periode Juli 2022 hingga Juni 2023. Dalam gambar tersebut, terlihat hubungan antara nilai stok terjual dan kategori nilai, mencakup rentang dari minimum hingga maksimum. Berdasarkan Gambar 3 di atas dapat dibuat formula derajat keanggotaan sebagai berikut

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x_2] = \begin{cases} 1; & x \leq 6476 \\ \frac{7526-x}{7526-6476}; & 6476 \leq x \leq 7526 \\ 0; & x \geq 7526 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x_2] = \begin{cases} 0; & x \leq 6476 \text{ atau } x \geq 8575 \\ \frac{x-6476}{8575-6476}; & 6476 \leq x \leq 7526 \\ \frac{8575-x}{8575-7526}; & 7526 \leq x \leq 8575 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[x_2] = \begin{cases} 0; & x \leq 7526 \\ \frac{x-7526}{8575-7526}; & 7526 \leq x \leq 8575 \\ 1; & x \geq 8575 \end{cases}$$

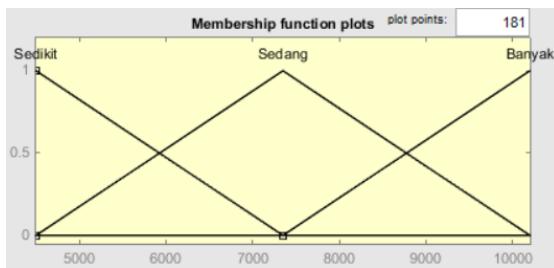
3. Variabel Penambahan (X3)

Data stok terjual yang di peroleh dari Apotek Intravena merupakan data bulan Juli 2022 sampai juni 2023. Data tersebut memiliki jumlah minimum penambahan masker sebesar 4500 box dan maksimum mencapai 10200 box. Dari data jumlah minimum dan maksimum di atas, data tersebut dapat dilihat pada dan Tabel 4.

Tabel 4. Himpunan Variabel Penambahan

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicara	Domain
Penambahan	Sedikit		[4500 - 7350]
	Sedang	4500 - 10200	[4500 - 7350 10200]
	Banyak		[7350 - 10200]

Tabel 4 menunjukkan data penambahan stok yang diperoleh dari Apotek Intravena untuk rentang waktu Juli 2022 hingga Juni 2023. Jumlah penambahan stok bervariasi antara 4500 box sebagai minimum dan mencapai 10200 box sebagai maksimum. Informasi ini memberikan gambaran tentang kisaran kuantitas stok yang tersedia selama periode tersebut. Berdasarkan Tabel 4 di atas dapat dibuat grafik visualisasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel Penambahan

Gambar 4 memberikan visualisasi yang jelas tentang fungsi keanggotaan stok terjual pada periode Juli 2022 hingga Juni 2023. Dalam gambar tersebut, terlihat hubungan antara nilai penambahan stok dan kategori nilai, mencakup rentang dari minimum hingga maksimum. Gambar 4 merupakan fungsi keanggotaan variabel penambahan stok. Variabel penambahan stok memiliki 3 himpunan yaitu "Sedikit", "Sedang"; "Banyak". Dari gambar 4 di atas dapat dibuat formula derajat keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x_3] =$$

$$\begin{cases} 1 ; x \leq 4500 \\ \frac{7350-x}{7350-4500} ; 4500 \leq x \leq 7350 \\ 0 ; x \geq 7350 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x_3] =$$

$$\begin{cases} 0 ; x \leq 4500 \text{ atau } x \geq 10200 \\ \frac{x-4500}{7350-4500} ; 4500 \leq x \leq 7350 \\ \frac{10200-x}{10200-7350} ; 7350 \leq x \leq 10200 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[x_3] =$$

$$\begin{cases} \frac{x-7350}{10200-7350} ; x \leq 7350 \\ 1 ; x \geq 10200 \end{cases}$$

4. Variabel stok akhir

Berdasarkan data stok masker yang diperoleh dari Apotek Intravena pada bulan Juli 2022 hingga juni 2023, ditemukan jumlah minimum stok akhir sebesar 4271 box dan maksimum mencapai 12631 box. Terdapat tiga himpunan *fuzzy* dalam variabel Stok terakhir yaitu Sedikit, Sedang, dan Banyak dengan membagi ketiga daerah variabel tersebut secara sama besar. Semesta pembicaraan untuk variabel stok akhir adalah rentang 4271 hingga 12631. Untuk lebih detail himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan, dan domain masing-masing himpunan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Himpunan Variabel Stok Akhir

Variabel Output	Himpunan Fuzzy	Nilai
Stok akhir	Sedikit	4271
	Sedang	8451
	Banyak	12631

Tabel 5 merupakan tabel Himpunan Variabel Stok Akhir mencatat jumlah persediaan barang pada akhir suatu periode. Ini memberikan gambaran langsung tentang stok yang belum terjual setelah penjualan dan distribusi. Dengan menggunakan tabel ini, perusahaan dapat dengan efisien mengelola persediaan, membantu dalam perencanaan produksi, pengadaan barang, dan strategi penjualan untuk meningkatkan efektivitas manajemen stok.

3.2 Aturan *Fuzzy* (*Rule Fuzzy*)

Berdasarkan bentuk umum dari aturan dasar *fuzzy Sugeno* dan jumlah himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel input, terdapat kemungkinan untuk membentuk 27 aturan *fuzzy* yang berbeda. Rincian lengkap mengenai aturan-aturan tersebut dapat ditemukan pada Tabel 6.

Tabel 6. Aturan *Fuzzy*

No	Variabel			
	Input	Output		
	Sisa Stok (x1)	Stok terjual (x2)	Stok dibeli (x3)	Stok Akhir
1	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit
2	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang
3	Sedikit	Sedikit	Banyak	Banyak
4	Sedikit	Sedang	Sedikit	Sedikit
5	Sedikit	Sedang	Sedang	Sedikit
6	Sedikit	Sedang	Banyak	Sedang
7	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit
8	Sedikit	Banyak	Sedang	Sedikit
9	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedang
10	Sedang	Sedikit	Sedikit	Sedang
11	Sedang	Sedikit	Sedang	Sedang
12	Sedang	Sedikit	Banyak	Banyak
13	Sedang	Sedang	Sedikit	Sedikit
14	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
15	Sedang	Sedang	Banyak	Banyak
16	Sedang	Banyak	Sedikit	Sedikit
17	Sedang	Banyak	Sedang	Sedang
18	Sedang	Banyak	Banyak	Banyak
19	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedang
20	Banyak	Sedikit	Sedang	Sedang
21	Banyak	Sedikit	Banyak	Banyak
22	Banyak	Sedang	Sedikit	Sedang
23	Banyak	Sedang	Sedang	Sedang
24	Banyak	Sedang	Banyak	Banyak
25	Banyak	Banyak	Sedikit	Sedikit
26	Banyak	Banyak	Sedang	Banyak
27	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak

Tabel 6 merupakan aturan *fuzzy* yang menghubungkan variabel masukan dan keluaran dalam sistem *fuzzy*. Setiap barisnya mencerminkan korelasi antara variabel input dan keluaran dengan tingkat keanggotaan yang diukur. Sebagai alat penting dalam sistem kendali *fuzzy*, tabel ini memungkinkan pengambilan keputusan yang adaptif dan responsif terhadap ketidakpastian.

3.3 Representasi data

Proses kinerja *fuzzy* dimulai dengan mencari derajat keanggotaan, berdasarkan data Stok Awal, Terjual, Penambahan, dan Stok akhir pada bulan Juli dan Agustus 2022. Proses analisis melibatkan tiga tahap logika *fuzzy* : fuzzifikasi untuk mengubah data input menjadi variabel linguistik *fuzzy* , inferensi untuk mengaplikasikan aturan logika *fuzzy* , dan defuzzifikasi untuk mengonversi output *fuzzy* menjadi nilai konkret. Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan memberikan wawasan mendalam mengenai hubungan variabel stok dan meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan dalam manajemen stok. Adapun gambaran representasi data dapat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Representasi data

Bulan	Stok	Terjual	Penambahan	Stok
Juli	8548	8548	10200	10200
Agustus	10200	8575	10080	11705

Tabel 7 merupakan tampilan representasi data yang akan digunakan dalam proses *fuzzy* . Data tersebut nantinya akan masuk pada tahapan *fuzzy* dalam melakukan analisis. Proses tahapan *fuzzy* dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses penting dalam sistem kontrol logika *fuzzy* yang mengubah data input yang bersifat krisp atau tegas menjadi variabel linguistik atau *fuzzy* . Dalam konteks ini, nilai numerik yang konkret diberikan kepada variabel, seperti "sedikit," "sedang," atau "banyak". Proses fuzzifikasi memungkinkan sistem untuk menangkap ketidakpastian dan kompleksitas informasi input yang lebih mirip dengan cara manusia memproses informasi dalam bentuk linguistik.

Stok awal = 8548, fungsi keanggotaan yang digunakan

$$\mu_{\text{Sedikit}}[8548] = \frac{9394 - 8548}{9394 - 6157} = 0.261353$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[8548] = \frac{8548 - 6157}{9394 - 6157} = 0.738647$$

Terjual = 8548, fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Sedang}}[8548] = \frac{8575 - 8548}{8575 - 7526} = 0.025739$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[8548] = \frac{8548 - 7526}{8575 - 7526} = 0.974261$$

Penambahan = 10200, fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Banyak}}[10200] = \frac{10200 - 7350}{10200 - 7350} = 1$$

2. Inferensi

Inferensi adalah tahap kritis dalam sistem kontrol logika *fuzzy* di mana aturan-aturan logika *fuzzy* diterapkan untuk menghasilkan keputusan atau output. Dalam konteks ini, variabel linguistik *fuzzy* yang diperoleh dari proses fuzzifikasi digunakan sebagai input untuk aturan-aturan logika *fuzzy* yang telah ditentukan sebelumnya. Setiap aturan mengandung kondisi-kondisi tertentu dan menyatakan kontribusi ke arah output yang dihasilkan, memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan berdasarkan sejumlah informasi *fuzzy* yang kompleks.

Tabel 8. Aturan *Fuzzy* Pada Data Bulan Juli 2022

Rules	Stok	Terjual	Penambahan	Stok
6	Sedikit	Sedang	Banyak	Sedang
9	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedang
15	Sedang	Sedang	Banyak	Banyak
18	Sedang	Banyak	Banyak	Banyak

$$\alpha - [\text{Rules 6}] = \min(\mu_{\text{Sedikit}}[8548], \mu_{\text{Sedang}}[8548], \mu_{\text{Banyak}}[10200]) \\ = \min(0.261353 ; 0.025739 ; 1) = 0.025739$$

$$\alpha - [\text{Rules 9}] = \min(\mu_{\text{Sedikit}}[8548], \mu_{\text{Banyak}}[8548], \mu_{\text{Banyak}}[10200]) \\ = \min(0.261353 ; 0.974261 ; 1) = 0.261353$$

$$\alpha - [\text{Rules 15}] = \min(\mu_{\text{Sedang}}[8548], \mu_{\text{Sedang}}[8548], \mu_{\text{Banyak}}[10200]) \\ = \min(0.738647 ; 0.025739 ; 1) = 0.025739$$

$$\alpha - [\text{Rules 18}] = \min(\mu_{\text{Sedang}}[8548], \mu_{\text{Banyak}}[8548], \mu_{\text{Banyak}}[10200]) \\ = \min(0.738647 ; 0.974261 ; 1) = 0.738647$$

Tabel 9. Alpha Predikat Pada Data Bulan Juli 2022

Rules	Alpha predikat	zn
6	0.025739	8451
9	0.261353	8451
15	0.025739	12631
18	0.738647	12631

Tabel 9 merupakan tabel alpha predikat bulan Juli 2022. Setelah mengetahui nilai alpha-predikat dan zn nya, kemudian akan dilakukan proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi akan dicari menggunakan rumus WA (weight average).

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah langkah terakhir dalam sistem kontrol logika *fuzzy* di mana nilai output *fuzzy* , yang awalnya dinyatakan dalam bentuk variabel linguistik *fuzzy* , diubah menjadi nilai konkret atau tindakan yang dapat diimplementasikan. Proses ini menghasilkan hasil yang tegas untuk pengambilan keputusan praktis dalam

sistem otomatis. Defuzzifikasi memastikan interpretasi yang jelas dari output sistem logika *fuzzy* untuk diterapkan dalam situasi kehidupan nyata.

$$WA = \frac{0.025739(8451) + 0.261353(8451) + 0.025739(12631) + 0.738647(12631)}{0.025739 + 0.261353 + 0.025739 + 0.738647}$$

$$WA = \frac{217.5203 + 2208.694 + 325.1093 + 9329.85}{1.051478}$$

$$WA = \frac{12081.17}{1.051478} = 11489.71$$

Stok awal = 10200, fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Sedang}}[10200] = \frac{12631 - 10200}{12631 - 9394} = 0.75100402$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[10200] = \frac{10200 - 9394}{12631 - 9394} = 0.24899598$$

Terjual = 8575, fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Banyak}}[8575] = \frac{8575 - 7526}{8575 - 7526} = 1$$

Penambahan = 10080, fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Sedang}}[10080] = \frac{10200 - 10080}{10200 - 7350} = 0.042105$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[10080] = \frac{10080 - 7350}{10200 - 7350} = 0.957895$$

Dari *fuzzy* fikasi diatas terdapat 4 aturan yang terpenuhi, yaitu :

Tabel 10. aturan *fuzzy* bulan agustus 2022

Rule	Stok	Terjual	Penambahan	Stok akhir
17	Sedang	Banyak	Sedang	Sedang
18	Sedang	Banyak	Banyak	Banyak
26	Banyak	Banyak	Sedang	Banyak
27	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak

$$\alpha - [\text{Rules 17}] = \min(\mu_{\text{Sedang}}[10200], \mu_{\text{Banyak}}[8575], \mu_{\text{Sedang}}[10080]) \\ = \min(0.751004; 1 ; 0.042105) = 0.042105$$

$$\alpha - [\text{Rules 18}] = \min(\mu_{\text{Sedang}}[10200], \mu_{\text{Banyak}}[8575], \mu_{\text{Banyak}}[10080]) \\ = \min(0.751004; 1 ; 0.957895) = 0.751004$$

$$\alpha - [\text{Rules 26}] = \min(\mu_{\text{Banyak}}[10200], \mu_{\text{Banyak}}[10080]) \\ = \min(0.248996; 1 ; 0.042105) = 0.042105$$

$$\alpha - [\text{Rules 27}] = \min(\mu_{\text{Banyak}}[10200], \mu_{\text{Banyak}}[8575], \mu_{\text{Banyak}}[10080]) \\ = \min(0.248996; 1 ; 0.957895) = 0.248996$$

Tabel 11. alpha predikat bulan agustus 2022

Rules	Alpha predikat	zn
17	0.042105	8451
18	0.751004	12631
26	0.042105	8451
27	0.248996	12631

Tabel 11 merupakan tabel alpha predikat bulan Agustus 2022. Setelah mengetahui nilai alpha-predikat dan zn, kemudian akan dilakukan proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi akan dicari menggunakan rumus WA (weight average).

$$WA = \frac{0.042105(8451) + 0.751004(12631) + 0.042105(8451) + 0.248996(12631)}{0.042105 + 0.751004 + 0.042105 + 0.248996}$$

$$WA = \frac{355.8294 + 9485.932 + 355.8294 + 3145.068}{1.08421}$$

$$WA = \frac{13342.66}{1.08421} = 12306.34$$

3.4 Hasil Analisis Persediaan Stok dengan *Fuzzy*

Hasil Analisis Persediaan Stok dengan *Fuzzy* menggunakan logika *fuzzy* untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan tingkat persediaan. Dengan memperhitungkan ketidakpastian, pendekatan ini memberikan wawasan adaptif terkait keputusan manajemen persediaan, seperti produksi, pengadaan barang, dan strategi penjualan, untuk meningkatkan efisiensi operasional. Perhitungan selanjutnya melakukan kembali perhitungan yang sama, sehingga hasilnya disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12 hasil perhitungan

Bulan	Stok Awal (box)	Terjual (box)	Penambahan (box)	Stok Akhir (box)	Bulan
7	8548	8548	10200	10200	11500
8	10200	8575	10080	11705	12500
9	11705	8494	9420	12631	11700
10	12631	8465	7500	11666	12200
11	11666	8434	7440	10672	10900
12	10672	7390	8100	11382	10100
1	11382	7161	6600	10821	8050
2	10821	7110	5460	9171	7710
3	9171	6990	6380	8561	7280
4	8561	6857	6660	8364	6800
5	8364	6707	4500	6157	6250
6	6157	6476	4590	4271	4400

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 12 proses akan dilanjutkan dalam pengukuran performa *fuzzy*

dengan mengukur nilai *MAPE*. Pengukuran tersebut dapat mengukur tingkat akurasi dari model logika *fuzzy sugeno* dalam mengoptimasi stok masker. Adapun perhitungan nilai *MAPE* disajikan pada Tabel 13.

Tabel 131 perhitungan *MAPE*

Bulan	Aktual (Xi)	Fuzzy sugeno (Fi)	Xi-Fi	Xi-Fi	Xi-Fi/Xi
7	10200	11500	-	1300	0,12745098
8	11705	12500	-795	795	0,067919692
9	12631	11700	931	931	0,073707545
10	11666	12200	-534	534	0,045774044
11	10672	10900	-228	228	0,021364318
12	11382	10100	1282	1282	0,112633983
1	10821	8050	2771	2771	0,256076148
2	9171	7710	1461	1461	0,15930651
3	8561	7280	1281	1281	0,149632052
4	8364	6800	1564	1564	0,18699187
5	6157	6250	-93	93	0,015104759
6	4271	4400	-129	129	0,030203699
1,215961902					

$$MAPE = \frac{1,215961902}{12} \times 100\% = 10,133\%$$

$$\text{tingkat keberhasilan} = 100\% - MAPE$$

$$\text{tingkat keberhasilan} = 100\% - 10,133\%$$

$$\text{tingkat keberhasilan} = 89,867 \%$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai *MAPE* yang didapatkan adalah 10,133%. Tingkat keberhasilan yang diperoleh adalah 89,867 %. Angka ini mencerminkan tingkat akurasi yang tinggi, memberikan bukti bahwa sistem ini dapat diandalkan sebagai sistem optimasi stok masker.

4. Kesimpulan

Proses fuzifikasi memiliki peran krusial dalam mengubah data tegas (crisp) menjadi data masukan *fuzzy* dalam sistem. Data stok masker dari Apotek Intravena selama rentang waktu Juli 2022 hingga Juni 2023 telah melalui proses fuzifikasi dengan mempertimbangkan variabel stok awal, terjual, penambahan, dan stok akhir. Melalui pengujian yang dilakukan, rata-rata persentase kesalahan diukur dengan Mean Absolute Percentage Error (*MAPE*) sebesar 10,113%. Angka ini mencerminkan tingkat akurasi yang tinggi, memberikan bukti bahwa sistem ini dapat diandalkan sebagai sistem optimasi stok masker. Dengan demikian, hasil ini mengindikasikan bahwa implementasi sistem tersebut dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam manajemen stok masker di Apotek Intravena.

Daftar Rujukan

- [1] E. Fitriasari, "Sosialisasi Penggunaan Masker Sebagai Upaya Penerapan Protokol Kesehatan Di Masyarakat Desa Kairatu," *J. Hum. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 8–10, 2021, doi: 10.31004/jh.v1i2.16.
- [2] K. Muflihunna and M. Mashuri, "Penerapan Metode *Fuzzy Mamdani* dan Metode *Fuzzy Sugeno* dalam Penentuan Jumlah Produksi," *Unnes J. Math.*, vol. 11, no. 1, pp. 27–37, 2022, doi: 10.15294/ujm.v11i1.50060.
- [3] A. R. FADILLAH, H. MOEKTIWIBOWO, S. SANUSI, and D. YULIANTO, "ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN MASKER KESEHATAN PADA MASA PANDEMI COVID-19 DENGAN PENDEKATAN EOQ (STUDI KASUS PADA TOKO AM MEDIKA JAKARTA)," *J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 117–125, 2022.
- [4] J. S. Alexandria, "ANALISIS PERAMALAN PERSEDIAAN PENGGUNAAN APD DALAM PENANGANAN PANDEMI COVID-19," Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2023.
- [5] A. AGHNIYAH, "ANALYSIS OF INVENTORY MANAGEMENT FOR MEDICAL MASK DURING THE COVID-19 PANDEMIC AT KIMIA FARMA TAJEM PHARMACY, YOGYAKARTA." Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2022.
- [6] N. P. C. D. Atmaja and N. K. D. Agustiari, "Penerapan Komputerisasi Stok Persediaan Barang, Pelatihan Pelayanan Untuk Meningkatkan Penjualan dan Pelatihan Penerapan Protokol Kesehatan pada Central Repair Station," in *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat (SENEMA)*, 2022, vol. 1, no. 1, pp. 407–412.
- [7] S. Wahyuningsih *et al.*, "Analisis Kualitas Masker Kain: Kajian Jenis Bahan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Antibakteri," 2023.
- [8] J. M. Belman-Flores, D. A. Rodríguez-Valderrama, S. Ledesma, J. J. García-Pabón, D. Hernández, and D. M. Pardo-Cely, "A review on applications of *fuzzy* logic control for refrigeration systems," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 3, p. 1302, 2022.
- [9] R. Bala and D. Kumar, "Classification Using ANN: A Review," *Int. J. Comput. Intell. Res.*, vol. 13, no. 7, pp. 1811–1820, 2017, [Online]. Available: <http://www.ripublication.com>.
- [10] B. Bebeshko *et al.*, "Application of game theory, *fuzzy* logic and neural networks for assessing risks and forecasting rates of digital currency," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 100, no. 24, pp. 7390–7404, 2022.
- [11] W. Basriati, S. Safitri, E. Rahmawati, & Wulandari, "Penerapan Metode *Fuzzy Sugeno* untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Optimum," *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind.*, vol. 12, no. November, pp. 1–7, 2019.
- [12] S. Saifulloh and N. I. F. Nisa, "Penerapan Metode K-Means dan *Fuzzy Sugeno* dalam Pemetaan Tingkat Produksi Masker Kain di Masa Pandemi," *Expert J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 11, no. 1, p. 01, 2021, doi: 10.36448/expert.v1i1.1972.
- [13] A. P. Hajar, S. Badawi, M. Setiawan, Y.D., Siregar, M.N.H., & Windarto, "Prediksi Perhitungan Jumlah Produksi Tahu Mahanda dengan Teknik *Fuzzy Sugeno*," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 210–219, 2020.
- [14] A. Anton and G. Gusrianty, "Implementasi *Fuzzy Sugeno* Sebagai Pendukung Keputusan Pengendalian Stok Barang Berbasis Mobile," *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 161–166, 2023.
- [15] A. B. Surbakti, S. P. Rahayu, S. M. B. PA, and B. R. Ginting, "Sistem Aplikasi Logika *Fuzzy* Untuk Penentuan Optimasi Ragi Tempe Pada Proses Fermentasi Tempe Kedelai Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* (Studi Kasus: Pengrajin Tempe Kedelai Desa Bulu Cina)," *J. Ilm. Simantek*, vol. Vol. 4 No., no. 2, pp. 146–148, 2020.
- [16] I. Wahyudin, E. Tosida, and F. Andria, *BUKU MONOGRAF PENERAPAN LOGIKA FUZZY UNTUK ANALISA KUALITAS PELAYANAN (SIMULASI MENGGUNAKAN MATLAB ToolBox FUZZY)*, no. March. 2019.
- [17] A. Fitria Salsabella, Endryansyah, B. Suprianto, and M. Syariffuddien Zuhrie, "Analisis Pengeluaran Sampah pada Sungai Kawasan Jakarta Pusat dengan Sistem Inferensi *Fuzzy*

- Takagi-Sugeno Berbasis Matlab,” *Tek. Elektro*, vol. 11, no. 02, pp. 288–296, 2022.
- [18] D. P. P. Astuti and Mashuri, “Penerapan Metode *Fuzzy* Tsukamoto dan *Fuzzy* Sugeno Dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor,” *UNNES J. Math.*, vol. 1, no. 2252, pp. 75–84, 2020.
- [19] L. Rohimah, S. Rukiastiandari, and Juarni Siregar, “Penerapan Logika *Fuzzy* Metode Sugeno Untuk Optimalisasi Nilai Ekspor Ikan Tuna Hs 160414 Ke Italia Luthfia,” *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, vol. 8, no. 2, pp. 174–180, 2022, doi: 10.31294/jtk.v4i2.
- [20] J. Audrey, A. Fadlil, and S. Sunardi, “Implementasi Logika *Fuzzy* Metode Sugeno Untuk Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Pada Stmik Dumai,” *INF O R M a T I K a*, vol. 14, no. 1, p. 56, 2022, doi: 10.36723/juri.v14i1.263.
- [21] M. Alwin and A. Saleh, “PENENTUAN KUALITAS AIR SUMUR BOR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY* SUGENO,” *J. Sci. Res. Dev.*, vol. 3, no. 1, pp. 24–32, 2021.
- [22] S. Nurdini, gunadi widi Nurcahyo, and J. Santony, “Analisis Perkiraan Jumlah Produksi Tahu Menggunakan Metode *Fuzzy* Sugeno,” *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 1, no. 3, pp. 12–17, 2019, doi: 10.35134/jsisfotek.v1i3.4.
- [23] T. M. Siregar, F. Anshari, B. Pratiwi, D. C. Pelawi, and J. dameria gracia Silalahi, “Model Optimasi Himpunan *Fuzzy* Untuk Menentukan Harga Jual Optimal Pada Daging Sapi,” *J. Soc. Sci. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 3263–3275, 2023.
- [24] A. Rahman Hakim, “Penerapan Logika *Fuzzy* Untuk Menentukan Harga Jual Tas Fashion Menggunakan Metode Sugeno,” *J. Desain Dan Anal. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 84–91, 2023, doi: 10.58520/jddat.v2i1.24.
- [25] Y. Rizki, H. Mukhtar, and M. D. Andikarama, “Penerapan Metode Logika *Fuzzy* dalam mengolah pilihan pada Game Visual Novel Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Fakultas Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Riau sebagai Sarana Evaluasi Mandiri,” *J. Fasilkom*, vol. 10, no. 1, pp. 42–53, 2020, doi: 10.37859/jf.v10i1.1914.