

Penerapan Logika *Fuzzy* Sugeno Untuk Optimasi Stok Biji Kopi Pada Kafe Rooster

Mafazi Ananda Hafiz¹, Sriani²

¹²Ilmu Komputer, Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

¹mafazihafiz@gmail.com, ²sriani@uinsu.ac.id

Abstract

In the coffee shop business, the stock availability of coffee beans is crucial. Often, companies experience problems in maintaining a balance between stock availability and orders from customers, which can have an impact on operational efficiency. This research aims to solve the problem by applying Sugeno fuzzy logic to optimise the stock of coffee beans at Rooster Koffie. This method was chosen because it is able to handle uncertainty and demand fluctuations that often occur in the coffee shop business. The Sugeno fuzzy logic model is developed by implementing rules based on input variables to determine the optimal stock of coffee beans. The fuzzy logic variables identified include initial stock, the amount of coffee beans sold, additional stock, and final stock. The data is then made into a fuzzy set, and fuzzy rules are formed based on the existing knowledge in the domain. The model was tested using sales data in 2022 from Rooster Koffie to test and validate its performance with the help of Matlab application. Based on testing using Mean Absolute Percentage Error (MAPE), it was found that the results reached 19.81% or equal to a correctness rate of 80.19%. This result shows a high level of accuracy in determining the optimal stock of coffee beans. Thus, this system can be relied upon as an efficient and effective coffee bean stock optimisation system for Rooster Koffie.

Keywords: coffee bean stock, fuzzy logic, sugeno, optimisation, MAPE

Abstrak

Dalam bisnis kedai kopi, ketersediaan stok biji kopi merupakan hal yang krusial. Seringkali, perusahaan mengalami kendala dalam menjaga keseimbangan antara persediaan stok dengan pesanan dari pelanggan, yang dapat berdampak pada efisiensi operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menerapkan logika fuzzy Sugeno untuk mengoptimasi stok biji kopi pada Rooster Koffie. Metode ini dipilih karena mampu menangani ketidakpastian dan fluktuasi permintaan yang sering terjadi pada bisnis kedai kopi. Model logika fuzzy Sugeno dikembangkan dengan mengimplementasikan aturan-aturan berdasarkan variabel input untuk menentukan tingkat stok biji kopi yang optimal. Variabel logika fuzzy yang diidentifikasi meliputi stok awal, jumlah biji kopi yang terjual, penambahan stok, dan stok akhir. Data tersebut kemudian dijadikan sebagai himpunan fuzzy, dan aturan fuzzy dibentuk berdasarkan pengetahuan yang ada di dalam domain tersebut. Model diuji menggunakan data penjualan pada tahun 2022 dari Rooster Koffie untuk menguji dan memvalidasi kinerjanya dengan bantuan aplikasi Matlab. Berdasarkan pengujian menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), ditemukan bahwa hasilnya mencapai 19,81% atau sama dengan tingkat kebenaran sebesar 80,19%. Hasil ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam menentukan stok biji kopi yang optimal. Dengan demikian, sistem ini dapat diandalkan sebagai sistem optimasi stok biji kopi yang efisien dan efektif bagi Rooster Koffie.

Kata kunci: stok biji kopi, logika fuzzy, sugeno, optimasi, MAPE

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

1. Pendahuluan

Di Indonesia, bisnis kopi berkembang dengan cepat dan menghadapi persaingan yang ketat. Menurut data statistik pada tahun 2000-an, Indonesia merupakan produsen kopi terbesar keempat di dunia, setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia. Menurut perkiraan, 660.000 ton kopi diproduksi di Indonesia secara keseluruhan pada tahun 2016. Dari data tersebut membuat Indonesia menjadi salah satu produsen kopi terbesar di dunia. Kopi populer di kalangan masyarakat Indonesia sendiri dan juga untuk ekspor. Oleh karena itu, industri kedai kopi berkembang dengan sangat cepat sebagai hasil dari perubahan gaya hidup dan tren masyarakat, khususnya kecenderungan nongkrong di kedai kopi [1].

Pembelian stok biji kopi setiap bulannya harus dipertimbangkan dengan cermat karena melibatkan

faktor seperti penjualan dan jumlah stok yang ada. Jika tingkat penjualan tinggi, maka akan mempercepat habisnya stok biji kopi dan memerlukan pembelian ulang, namun pembelian stok yang berlebihan dapat menyebabkan pemborosan biaya dan menumpuknya stok.

Persediaan adalah sumber daya yang dimiliki perusahaan dan merupakan sesuatu yang dapat dijual atau sesuatu yang akan digunakan untuk membuat produk yang dapat dijual. Tanpa persediaan, perusahaan tidak akan dapat memenuhi permintaan pelanggan. Akibatnya, investasi harus dilakukan dalam persediaan yang optimal [2].

Rooster Koffie dipilih sebagai studi kasus dalam penelitian ini karena merupakan salah satu dari beberapa kedai kopi yang saat ini berkembang pesat di industri ini. Dengan pertumbuhan yang pesat, Rooster

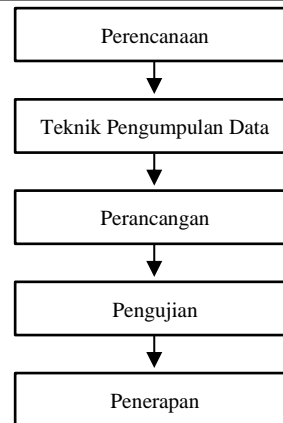
Koffie menghadapi tantangan, seperti fluktuasi penjualan. Dengan terlalu banyak menyimpan stok biji kopi bisa berakibat pada pengeluaran yang tidak produktif secara finansial, sementara memiliki stok yang terlalu sedikit dapat menyebabkan biaya operasional yang tidak efisien dan melewatkan peluang penjualan. Maka dari itu diperlukannya proses optimasi, yang dilakukan untuk mencapai hasil terbaik atau memaksimalkan nilai yang efisien [3].

Sebelumnya, telah dilakukan penelitian yang menggunakan logika fuzzy Sugeno untuk menentukan persediaan beras, dengan data permintaan dan persediaan sebagai variabel-variabel yang digunakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa melalui perhitungan logika fuzzy metode Sugeno, jumlah pasokan beras optimum dapat ditentukan dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang diperoleh adalah sebesar 13% [4]. Dan dalam penelitian lainnya tentang penerapan metode fuzzy Mamdani dan metode fuzzy Sugeno dalam penentuan jumlah produksi jenang, didapatkan bahwa penggunaan metode fuzzy Sugeno menghasilkan nilai MAPE sebesar 7,1%, sedangkan dengan metode fuzzy Mamdani untuk diperoleh 7,5%. Yang berarti metode fuzzy Sugeno lebih akurat dibandingkan dengan metode fuzzy Mamdani dalam menentukan jumlah produksi [5]. Metode defuzzifikasi Sugeno lebih efektif dibandingkan metode Mamdani karena pendekatan orde nol yang digunakan oleh Sugeno sering kali cocok untuk berbagai kebutuhan pemodelan [6]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, digunakan logika fuzzy Sugeno sebagai alat untuk melakukan optimasi. Perbedaan penelitian ini dengan studi sebelumnya adalah bahwa penelitian ini mengidentifikasi variabel logika fuzzy yang relevan seperti stok awal, jumlah biji kopi yang terjual, penambahan stok, dan jumlah stok. Hal ini memungkinkan model untuk memperhitungkan berbagai faktor yang mempengaruhi stok biji kopi.

Dalam penelitian ini, perangkat lunak MATLAB digunakan sebagai alat bantu untuk melakukan perhitungan logika fuzzy Sugeno. MATLAB adalah bahasa pemrograman performa tinggi untuk komputasi teknis yang menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam lingkungan yang mudah digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan solusi yang disajikan dalam notasi matematika [7].

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti akan melalui beberapa tahapan untuk membuat model optimasi stok biji kopi dengan fuzzy Sugeno, yang meliputi tahap perencanaan, teknik pengumpulan data, perancangan, pengujian, dan penerapan. Tahapan-tahapan ini dirancang agar penelitian berjalan dengan terstruktur dan menghasilkan temuan yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun kerangka penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.1. Perencanaan

Desain keseluruhan penelitian, termasuk tujuan dan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menggunakan logika fuzzy Sugeno dalam mengoptimalkan stok biji kopi, akan dikembangkan pada tahap perencanaan ini. Pemilihan subjek penelitian (Rooster Koffie), penentuan variabel logika fuzzy yang relevan, dan menetapkan indikator keberhasilan dalam mengoptimalkan stok biji kopi.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui tiga tahapan, yakni observasi untuk memperoleh wawasan tentang manajemen stok biji kopi di Rooster Koffie serta pola pembelian pelanggan, kemudian melalui wawancara yang dilakukan dengan Syahreza selaku pemilik dari Rooster Koffie sebagai narasumbernya untuk mengumpulkan data penjualan dari Januari 2022 sampai dengan Desember 2022. Selain itu, studi literatur dilakukan melalui artikel ilmiah dan buku terkait dengan tujuan menciptakan dasar referensi untuk penerapan logika fuzzy dalam mengoptimalkan stok biji kopi.

Tabel 1. Data Stok Biji Kopi Tahun 2022

Bulan	Stok Awal (gram)	Stok Terjual (gram)	Penambahan (gram)	Stok Akhir (gram)
Januari	6000	2822	0	3178
Februari	3178	1945	1000	2233
Maret	2233	1877	5000	5356
April	5356	2732	0	2624
Mei	3124	2532	3000	3592
Juni	3592	3042	4000	4550
Juli	4550	3418	0	1132
Agustus	1632	3618	4000	2014
September	2014	2064	3000	2950
Oktober	2950	2452	500	998
November	1498	1918	3000	2580
Desember	3080	2553	0	527

Data pada tabel 1 di atas disusun dalam satuan gram. Kemudian dari masing-masing variabel tersebut akan dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy.

2.3. Perancangan

Setelah data penjualan pada tahun 2022 terkumpul, peneliti merancang model logika fuzzy Sugeno. Rancangan ini mencakup identifikasi variabel yang relevan, formulasi aturan fuzzy berdasarkan pengetahuan domain, serta pengaturan dan pengaturan himpunan fuzzy untuk variabel input dan output. Proses perancangan ini akan membentuk dasar dari model optimasi stok biji kopi.

Beberapa hal yang perlu diketahui tentang sistem fuzzy. Yang pertama adalah variabel fuzzy yang akan dibahas dalam sistem fuzzy ini, seperti stok, stok terjual, dan penambahan stok. Yang kedua adalah himpunan fuzzy, yang merupakan kondisi yang sudah ditentukan dalam suatu variabel fuzzy; contohnya, himpunan untuk stok awal terdiri dari tiga himpunan: rendah, sedang, dan tinggi. Yang ketiga adalah semesta pembicara, yang merupakan jarak nilai yang telah ditentukan dalam suatu variabel fuzzy, contohnya variabel stok awal memiliki semesta pembicara dari 1,4 kg – 6 kg, dan yang terakhir adalah domain, yaitu jarak nilai yang ditetapkan untuk dioperasikan dalam himpunan fuzzy [8].

Dalam rangkaian penelitian ini, logika fuzzy akan diimplementasikan melalui tiga langkah, yaitu: Fuzzifikasi, Inferensi, dan Defuzzifikasi.

2.3.1. Fuzzifikasi

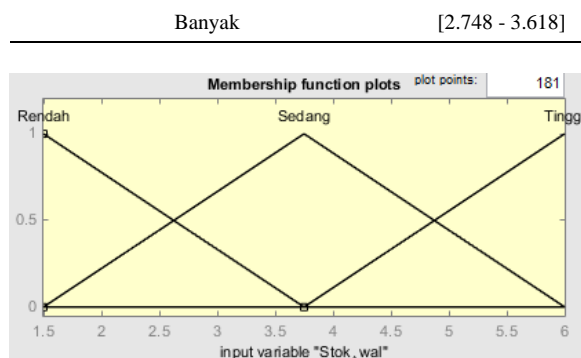
Fuzzifikasi dilakukan untuk membuat fungsi keanggotaan dari data masukkan tegas [9]. Fungsi keanggotaan adalah sebuah kurva dengan interval 0 sampai 1 yang menampilkan pemetaan titik-titik input data ke dalam derajat keanggotaan [10]. Pada tahap ini, setiap variabel dibentuk fungsi keanggotaannya.

1. Variabel Input

Terdapat 3 variabel input yaitu Stok awal, stok terjual, dan penambahan. Variabel input dalam penelitian ini berisi rentang nilai yang akan digunakan untuk menghitung himpunan fuzzy.

Tabel 2. Variabel Input

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Semesta	Domain
Stok Awal	Rendah		[1.498 – 3.749]
	Sedang	1,498 - 6	[1.498 3.749 6]
	Tinggi		[3.749 - 6]
Stok Terjual	Rendah		[1.498 – 3.749]
	Sedang	1,498 - 6	[1.498 3.749 6]
	Tinggi		[3.749 - 6]
Penambahan	Sedikit		[1.877 - 2.748]
	Sedang	1,877 – 3,618	[1.877 2.748 3.618]



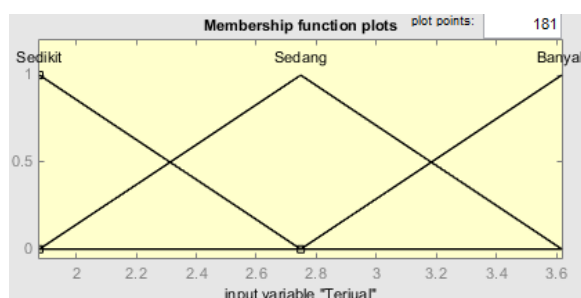
Gambar 2. Grafik Himpunan Stok Awal

Variabel Stok Awal terdapat 3 himpunan yaitu “Rendah”, “Sedang”, dan “Tinggi”. Dari Gambar 2 dapat dibuat fomula derajat keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{Rendah}[x_1] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1.498 \\ \frac{3.749-x}{3.749-1.498} & ; 1.498 \leq x \leq 3.749 \\ 0 & ; x \geq 3.749 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Sedang}[x_1] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1.498 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{x-1.498}{3.749-1.498} & ; 1.498 \leq x \leq 3.749 \\ \frac{6-x}{6-3.749} & ; 3.749 \leq x \leq 6 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Tinggi}[x_1] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3.749 \\ \frac{x-3.749}{6-3.749} & ; 3.749 \leq x \leq 6 \\ 1 & ; x \geq 6 \end{cases} \quad (3)$$



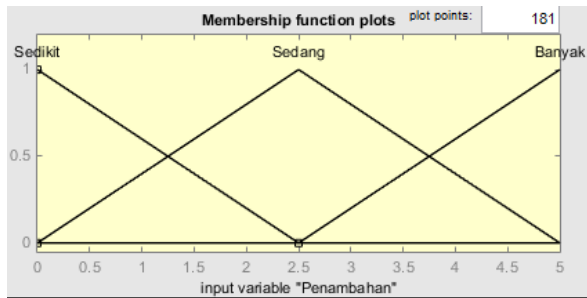
Gambar 3. Grafik Himpunan Stok Terjual

Variabel Stok Terjual terdapat 3 himpunan yaitu “Sedikit”, “Sedang”, dan “Banyak”. Dari Gambar 3 dapat dibuat fomula derajat keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{Sedikit}[x_2] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1.877 \\ \frac{2.748-x}{2.748-1.877} & ; 1.877 \leq x \leq 2.748 \\ 0 & ; x \geq 2.748 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Sedang}[x_2] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1.877 \text{ atau } x \geq 3.618 \\ \frac{x-1.877}{2.748-1.877} & ; 1.877 \leq x \leq 2.748 \\ \frac{3.618-x}{3.618-2.748} & ; 2.748 \leq x \leq 3.618 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Banyak}[x_2] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 2.748 \\ \frac{x-2.748}{3.618-2.748} & ; 2.748 \leq x \leq 3.618 \\ 1 & ; x \geq 3.618 \end{cases} \quad (6)$$



Gambar 4. Grafik Himpunan Penambahan

Variabel Penambahan terdapat 3 himpunan yaitu “Sedikit”, “Sedang”, dan “Banyak”. Dari Gambar 4 dapat dibuat fomula derajat keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{Sedikit}[x_3] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 0 \\ \frac{2.5-x}{2.5} & ; 0 \leq x \leq 2.5 \\ 0 & ; x \geq 2.5 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Sedang}[x_3] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 0 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{x-0}{2.5} & ; 0 \leq x \leq 2.5 \\ \frac{5-x}{5-2.5} & ; 2.5 \leq x \leq 5 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{Banyak}[x_3] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 2.5 \\ \frac{x-2.5}{5-2.5} & ; 2.5 \leq x \leq 5 \\ 1 & ; x \geq 5 \end{cases} \quad (9)$$

2. Variabel Output

Berdasarkan data yang diperoleh, variabel output dalam penelitian ini berupa Stok Akhir. Variabel output ini memiliki 3 himpunan, yaitu "sedikit", "sedang", dan "banyak". Tabel 3 menunjukkan domain dari variabel Stok Akhir.

Tabel 3. Variabel Output

Variabel Output	Himpunan Fuzzy	Domain
Stok Akhir	Sedikit	[0.527]
	Sedang	[2.942]
	Banyak	[5.356]

2.3.2. Inferensi

Pada langkah ini, aturan fuzzy akan dibentuk dengan mempertimbangkan semua kemungkinan, dengan menghubungkan setiap himpunan fuzzy. Penelitian ini menggunakan fuzzy Sugeno orde-nol, yang berbentuk seperti rumus 10.

$$IF (X_1 IS A_1) \cap (X_2 IS A_2) \cap \dots \cap (X_n IS A_n) THEN z = k \quad (10)$$

An adalah himpunan fuzzy ke-n, dan k adalah nilai konstan [11].

Aturan logika fuzzy Sugeno dalam penelitian ini terdapat pada tabel 4 berikut.:

Tabel 4. Aturan Fuzzy

No	Input			Output
	Sisa stok	Stok terjual	Penambahan	Stok akhir
1	Rendah	Sedikit	Sedikit	Sedikit
2	Rendah	Sedikit	Sedang	Sedang
3	Rendah	Sedikit	Banyak	Banyak
4	Rendah	Sedang	Sedikit	Sedikit
5	Rendah	Sedang	Sedang	Sedikit
6	Rendah	Sedang	Banyak	Sedang
7	Rendah	Banyak	Sedikit	Sedikit
8	Rendah	Banyak	Sedang	Sedikit
9	Rendah	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	Tinggi	Sedikit	Sedikit	Sedang
20	Tinggi	Sedikit	Sedang	Sedang
21	Tinggi	Sedikit	Banyak	Banyak
22	Tinggi	Sedang	Sedikit	Sedang
23	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang
24	Tinggi	Sedang	Banyak	Banyak
25	Tinggi	Banyak	Sedikit	Sedikit
26	Tinggi	Banyak	Sedang	Banyak
27	Tinggi	Banyak	Banyak	Banyak

Dalam metode Sugeno ini, fungsi implikasi yang dipakai adalah fungsi minimum, yang berbentuk seperti rumus 11.

$$\alpha - [rule - n] = \min(\mu X_1, \mu X_2, \mu X_3) \quad (11)$$

2.3.3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi yaitu mengubah output fuzzy menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Untuk metode Sugeno, defuzzifikasi dilakukan dengan menghitung rata-rata berat atau Weight Average (WA):

$$WA = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2 + a_3 z_3 + \dots + a_n z_n}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \quad (12)$$

2.4. Pengujian

Model logika fuzzy Sugeno yang telah dibuat oleh akan diuji menggunakan data penjualan biji kopi Rooster Koffie tahun 2022. Pengujian ini bertujuan untuk mengkonfirmasi kinerja model dan mengukur seberapa akuratnya dalam mengoptimalkan stok biji kopi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan indeks MAPE (Mean Absolute Percentage Error) untuk menilai seberapa baik model mampu memprediksi stok biji kopi yang optimal.

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) adalah metode perhitungan guna menguji akurasi dari hasil perkiraan. Tabel 5 berisi pengelompokan tingkat akurasi berdasarkan nilai MAPE [12].

Tabel 5. Tingkat Akurasi MAPE

Nilai MAPE	Akurasi
$\leq 10\%$	Sangat Tinggi
$\leq 20\%$	Tinggi
$\leq 50\%$	Cukup
$> 50\%$	Rendah

Rumus 13 digunakan untuk perhitungan rata-rata persentase kesalahan mutlak.

$$MAPE = \frac{\sum Xi - Fi / Xi}{n} \times 100 \quad (13)$$

Dimana Xi merupakan nilai aktual, Fi merupakan nilai hasil perhitungan fuzzy, dan n banyaknya data.

Untuk mengetahui nilai kebenaran dari suatu model, dapat digunakan perhitungan dengan rumus seperti berikut [13].

$$tingkat\ kebenaran = 100\% - MAPE \quad (14)$$

2.5. Penerapan

Setelah model logika fuzzy Sugeno diuji dan terbukti efektif dalam mengoptimalkan persediaan biji kopi untuk Rooster Koffie, model penelitian dapat diterapkan. Model ini akan menjadi alat bagi Rooster Koffie untuk mengelola persediaan biji kopi secara efisien dan ekonomis. Penerapan model ini akan membawa manfaat praktis dalam meningkatkan efisiensi dalam menentukan stok biji kopi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Representasi Data

Dalam bab ini, peneliti akan melanjutkan dengan menjelaskan perhitungan logika fuzzy Sugeno pada tiga bulan pertama (Januari – Maret), dengan tujuan untuk lebih mendalam dan komprehensif dalam penerapannya dalam konteks yang berbeda.

Tabel 6. Representasi data

Bulan	Stok Awal	Stok Terjual	Penambahan	Stok Akhir
Januari	6000	2822	0	3178
Februari	3178	1945	1000	2233
Maret	2233	1877	5000	5356

1. Januari

Stok Awal = 6 kg, Fungsi keanggotaan yang digunakan:

$$\mu_{Tinggi}[6] = \frac{6 - 3.749}{6 - 3.749} = 1$$

Stok Terjual = 2,822 kg, berada diantara μ_{Sedang} dan μ_{Banyak}

$$\begin{aligned} \mu_{Sedang}[2.822] &= \frac{3.618 - 2.822}{3.618 - 2.748} = \frac{0.796}{0.87} \\ &= 0.915 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Banyak}[2.822] &= \frac{2.822 - 2.748}{3.618 - 2.748} = \frac{0.074}{0.87} \\ &= 0.085 \end{aligned}$$

Penambahan = 0 kg, maka fungsi keanggotaannya

$$\mu_{Sedikit}[0] = \frac{2.5 - 0}{2.5} = 1$$

Dari fuzzyfikasi di atas dan berdasarkan tabel 4, terdapat 2 aturan yang terpenuhi, yaitu aturan 22 (Stok Awal = Tinggi, Stok Terjual = Sedang, dan Penambahan = Sedikit) dan aturan 25 (Stok Awal = Tinggi, Stok Terjual = Banyak, dan Penambahan = Sedikit). Selanjutnya diperlakukan perhitungan fungsi implikasi minimum dengan rumus 11.

$$\begin{aligned} \alpha - [R22] \\ &= \min(\mu_{Tinggi}[6], \mu_{Sedang}[2.822], \mu_{Sedikit}[0]) \end{aligned}$$

$$= \min(1 ; 0.915 ; 1) = 0.915$$

$$\begin{aligned} \alpha - [R25] \\ &= \min(\mu_{Tinggi}[6], \mu_{Banyak}[2.822], \mu_{Sedikit}[0]) \end{aligned}$$

$$= \min(1 ; 0.085 ; 1) = 0.085$$

Tabel 7. Alpha Predikat Bulan Januari

Rules	Alpha Predikat	Zn
22	0.915	2.942
25	0.085	0.527

Maka perhitungan defuzzifikasinya seperti berikut :

$$\begin{aligned} WA &= \frac{0.915(2.942) + 0.085(0.527)}{0.915 + 0.085} = \frac{2.737}{1} \\ &= 2.737\ kg \end{aligned}$$

2. Februari

Stok Awal = 3,178 kg, Fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\begin{aligned} \mu_{Rendah}[3.178] &= \frac{3.749 - 3.178}{3.749 - 1.498} = \frac{0.571}{2.251} \\ &= 0.25366 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Sedang}[3.178] &= \frac{3.178 - 1.498}{3.749 - 1.498} = \frac{1.68}{2.251} \\ &= 0.74633 \end{aligned}$$

Stok Terjual = 1,945 kg, berada diantara $\mu_{Sedikit}$ dan μ_{Sedang}

$$\begin{aligned} \mu_{Sedikit}[1.945] &= \frac{2.748 - 1.945}{2.748 - 1.877} = \frac{0.803}{0.871} \\ &= 0.922 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Sedang}[1.945] &= \frac{1.945 - 1.877}{2.748 - 1.877} = \frac{0.068}{0.871} \\ &= 0.078 \end{aligned}$$

Penambahan = 1 kg, maka fungsi keanggotaannya

$$\mu_{Sedikit}[1] = \frac{2.5 - 1}{2.5} = \frac{1.5}{2.5} = 0.6$$

$$\mu_{Sedang}[1] = \frac{1}{2.5} = 0.4$$

Dari proses fuzzyfikasi di atas, terdapat 8 aturan yang terpenuhi

$$\alpha - [R1] = \min(\mu_{Rendah}[3.178], \mu_{Sedikit}[1.945], \mu_{Sedikit}[1])$$

$$= \min(0.25366 ; 0.922 ; 0.6) = 0.25366$$

$$\alpha - [R2] = \min(\mu_{Rendah}[3.178], \mu_{Sedikit}[1.945], \mu_{Sedang}[1])$$

$$= \min(0.25366 ; 0.922 ; 0.4) = 0.25366$$

$$\alpha - [R4] = \min(\mu_{Rendah}[3.178], \mu_{Sedang}[1.945], \mu_{Sedikit}[1])$$

$$= \min(0.25366 ; 0.078 ; 0.6) = 0.078$$

$$\alpha - [R5] = \min(\mu_{Rendah}[3.178], \mu_{Sedang}[1.945], \mu_{Sedang}[1])$$

$$= \min(0.25366 ; 0.078 ; 0.4) = 0.078$$

$$\alpha - [R10] = \min(\mu_{Sedang}[3.178], \mu_{Sedikit}[1.945], \mu_{Sedikit}[1])$$

$$= \min(0.74633 ; 0.922 ; 0.6) = 0.6$$

$$\alpha - [R11] = \min(\mu_{Sedang}[3.178], \mu_{Sedikit}[1.945], \mu_{Sedang}[1])$$

$$= \min(0.74633 ; 0.922 ; 0.4) = 0.4$$

$$\alpha - [R13] = \min(\mu_{Sedang}[3.178], \mu_{Sedang}[1.945], \mu_{Sedikit}[1])$$

$$= \min(0.74633 ; 0.078 ; 0.6) = 0.078$$

$$\alpha - [R14] = \min(\mu_{Sedang}[3.178], \mu_{Sedang}[1.945], \mu_{Sedang}[1])$$

$$= \min(0.74633 ; 0.078 ; 0.4) = 0.078$$

Tabel 8. Alpha Predikat Bulan Februari

Rules	Alpha Predikat	Zn
1	0.25366	0.527
2	0.25366	2.942
4	0.78	0.527
5	0.78	0.527
10	0.6	2.942
11	0.4	2.942
13	0.78	0.527
14	0.78	5.356

Setelah mengetahui nilai alpha-predikat dan zn nya kemudian akan dicari menggunakan rumus Weight Average (WA). Maka perhitungannya defuzzyfikasinya seperti berikut :

$$WA = \{0.253(0.527) + 0.253(2.942) + 0.78(0.527) + 0.78(0.527) + 0.6(2.942) + 0.4(2.942) + 0.78(0.527) + 0.78(5.356)\} / \{0.253 + 0.253 + 0.78 + 0.78 + 0.6 + 0.4 + 0.78 + 0.78\}$$

$$WA = 4.17474054 / 1.81932 = 2.29467 \text{ kg}$$

3. Maret

Stok awal = 2,233 kg, Fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{Rendah}[2.233] = \frac{3.749 - 2.233}{3.749 - 1.498} = \frac{1.516}{2.251} = 0.6735$$

$$\mu_{Sedang}[2.233] = \frac{2.233 - 1.498}{3.749 - 1.498} = \frac{0.735}{2.251} = 0.3265$$

Stok terjual = 1,877 kg, fungsi keanggotaan $\mu_{Sedikit}$ terpenuhi

$$\mu_{Sedikit}[1.877] = \frac{2.748 - 1.877}{2.748 - 1.877} = 1$$

Penambahan = 5 kg, maka fungsi keanggotaannya

$$\mu_{Banyak}[5] = \frac{5 - 2.5}{5 - 2.5} = 1$$

Dari proses fuzzyfikasi di atas, terdapat 2 aturan yang terpenuhi

$$\alpha - [R3] = \min(\mu_{Rendah}[2.233], \mu_{Sedikit}[1.877], \mu_{Banyak}[5]) = \min(0.6735 ; 1 ; 1) = 0.6735$$

$$\alpha - [R12] = \min(\mu_{Sedang}[2.233], \mu_{Sedikit}[1.877], \mu_{Banyak}[5]) = \min(0.3265 ; 1 ; 1) = 0.3265$$

Tabel 9. Alpha Predikat Bulan Maret

Rules	Alpha Predikat	Zn
3	0.6735	5.356
12	0.3265	5.356

Maka perhitungan defuzzyfikasi menggunakan Weight Average (WA) seperti berikut :

$$WA = \frac{0.6735(5.356) + 0.3265(5.356)}{0.6735 + 0.3265} = 5.356 \text{ kg}$$

3.2. Hasil Perhitungan

Untuk bulan berikutnya, digunakan perhitungan yang serupa untuk mendapatkan hasil stok biji kopi dalam 12 bulan, sehingga hasilnya disajikan seperti Tabel 10 berikut :

Tabel 10. Hasil Pengujian

Bulan	Stok Awal (gram)	Stok Terjual (gram)	Penambahan (gram)	Stok Akhir Aktual	Stok Akhir Fuzzy
1	6000	2822	0	3178	2737

2	3178	1945	1000	2233	2294
3	2233	1877	5000	5356	5356
4	5356	2732	0	2624	2280
5	3124	2532	3000	3592	3280
6	3592	3042	4000	4550	3930
7	4550	3418	0	1132	907
8	1632	3618	4000	2014	2210
9	2014	2064	3000	2950	3360
10	2950	2452	500	998	1440
11	1498	1918	3000	2580	3280
12	3080	2553	0	527	900

3.3. Perhitungan Nilai MAPE

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 10, dilakukan perhitungan nilai MAPE dengan rumus 13, untuk mengevaluasi akurasi dari model logika fuzzy Sugeno dalam mengoptimasi stok biji kopi pada Rooster Koffie, dengan membandingkan variabel Stok Akhir (data aktual) dengan Stok Akhir (Fuzzy Sugeno). Adapun hasil perhitungan MAPE disajikan ke dalam Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan MAPE

Bulan	Aktual (Xi)	Fuzzy Sugeno (Fi)	Xi-Fi	Xi-Fi	Xi-Fi/Xi
1	3178	2737	441	441	0,13876652
2	2233	2294	-61	61	0,02731751
3	5356	5356	0	0	0
4	2624	2280	344	344	0,131097561
5	3592	3280	312	312	0,086859688
6	4550	3930	620	620	0,136263736
7	1132	907	225	225	0,198763251
8	2014	2210	-196	196	0,097318769
9	2950	3360	-410	410	0,138983051
10	998	1440	-442	442	0,442885772
11	2580	3280	-700	700	0,271317829
12	527	900	-373	373	0,707779886
Total ($\sum Xi-Fi/Xi$)					2,377353573

$$MAPE = \frac{2,377353573}{12} \times 100$$

$$= 0,19811279775 \times 100 = 19,811 \%$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai MAPE yang didapatkan adalah 19,81%, yang menurut Tabel 5 termasuk dalam kategori yang tinggi. Yang mengindikasikan sejauh mana hasil perhitungan model mendekati nilai sebenarnya. Semakin rendah nilai MAPE, semakin dekat hasil perhitungan dengan data aktual.

$$\text{tingkat kebenaran} = 100\% - 19,811 \%$$

$$= 80,19\%$$

4. Kesimpulan

Dari pengujian rata-rata persentase kesalahan yang dilakukan, diperoleh hasil sebesar 19,81%, yang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Dan tingkat kebenaran dari hasil perhitungan tersebut adalah 80,19%. Dari hasil tersebut dapat membuktikan bahwa sistem ini dapat dijadikan sistem optimasi stok biji kopi.

Daftar Rujukan

- [1] L. Cucu Sumartini and D. Fajriany Ardining Tias, "Analisis Kepuasan Konsumen Untuk Meningkatkan Volume Penjualan Kedai Kopi Kala Senja," J. E-Bis, vol. 3, no. 2, pp. 111–118, 2019, doi: 10.37339/e-bis.v3i2.124.
- [2] M. A. Swasono and A. T. Prastowo, "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Pengendalian Barang," JATIKA (Jurnal Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak), vol. 2, no. 1, pp. 134–143, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/734>
- [3] 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.
- [4] R. W. Pratiwi, R. F. Sari, and R. Widyasari, "Implementation of Sugeno'S Fuzzy Logic in Analyzing Rice Availability During the Covid-19 Pandemic At Perum Bulog North Sumatra," J. Math. ..., vol. 2, no. 2, pp. 83–94, 2021, [Online]. Available: <http://pcijournal.org/index.php/jmscowa/article/view/54%0Ahttps://pcijournal.org/index.php/jmscowa/article/download/54/44>
- [5] 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.
- [6] R. R. Manurung, M. S. Asih, and ..., "Sistem Prediksi Stock Beras Berdasarkan Minat Pelanggan Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," Semin. ..., pp. 90–97, 2020, [Online]. Available: [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2573775&val=24090&title=SISTEM PREDIKSI STOCK BERAS BERDASARKAN MINAT PELANGGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2573775&val=24090&title=SISTEM%20PREDIKSI%20STOCK%20BERAS%20BERDASARKAN%20MINAT%20PELANGGAN%20MENGUNAKAN%20METODE%20FUZZY%20SUGENO)
- [7] I. Wahyudin, E. Tosida, and F. Andria, BUKU MONOGRAF : PENERAPAN LOGIKA FUZZY UNTUK ANALISA KUALITAS PELAYANAN (SIMULASI MENGGUNAKAN MATLAB ToolBox FUZZY), no. March. 2019.
- [8] S. Sriani, "Pemanfaatan Sistem Pengendali Water Level Control Untuk Budidaya Ikan Gurame Pada Kolam Terpal Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler," Elkawnie, vol. 5, no. 1, p. 47, 2019, doi: 10.22373/ekw.v5i1.3766.
- [9] 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.
- [10] A. Ikhwan, "Penerapan Fuzzy Mamdani Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop," J. Fasilkom, vol. 9, no. 2, pp. 476–483, 2019, doi: 10.37859/jf.v9i2.1407.

-
- [11] M. Daffa, "Penerapan Logika Fuzzy Sugeno untuk Deteksi Tingkat Depresi Kerja Karyawan," vol. 6, no. 3, pp. 484–493, 2023, doi: 10.32493/jtsi.v6i3.32020.
- [12] D. Putri and P. Astuti, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Sugeno Dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor," UNNES J. Math., vol. 9, no. 2, pp. 74–84, 2020,
- [Online].Available:
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>
- [13] W. Basriati, S., Safitri, E., Rahmawati., & Wulandari, "“Penerapan Metode Fuzzy Sugeno untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Optimum,”” Semin. Nas. Teknol. Informasih, Komun. dan Ind., vol. 12, no. November, pp. 1–7, 2019.