



APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN DETERMINING THE AMOUNT OF COTO PRODUCTION AT THE COTO DAENG TATA WARUNG USING FUZZY LOGIC BASED ON THE TSUKAMOTO METHOD

¹Ayu Irdayanti.J 1, ²Andi Azizul Hakim 2, ³Suci Permatasari 3, ⁴Marwan Ramdhany Edy*

¹²³⁴Computer Engineering Study Program, Department of Informatics and Computer Engineering, Faculty of Computer Engineering, Makassar State University Jl. Malengkeri Raya Makassar

Email: ayuirdayanti99@gmail.com¹, izulllandi@gmail.com², permatasarisuci1920@gmail.com³, marwanre@unm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan responsibilitas terhadap fluktuasi permintaan di Warung Coto Daeng Tata melalui penerapan logika fuzzy dengan metode Tsukamoto. Permasalahan umum yang dihadapi adalah fluktuasi permintaan yang sulit diprediksi dan variasi bahan baku yang tidak konsisten. Tantangan dalam implementasi logika fuzzy melibatkan kompleksitas aturan dan ketidakpastian parameter fuzzy. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penyempurnaan aturan fuzzy dan penyesuaian parameter fuzzy untuk meningkatkan ketepatan prediksi. Metode ini melibatkan pembentukan aturan fuzzy, fuzzifikasi variabel input, inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan jumlah produksi yang adaptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Tsukamoto berbasis logika fuzzy dapat mengoptimalkan produksi dengan mengadaptasi variabel input seperti cuaca dan musim, yang pada gilirannya mengurangi pemborosan dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dengan demikian, penerapan logika fuzzy ini dapat menjadi landasan untuk meningkatkan kinerja operasional warung dan mendukung keberlanjutan usaha kuliner tradisional dengan responsibilitas terhadap perubahan kondisi pasar dan permintaan pelanggan.

Kata Kunci: Logika Fuzzy, Metode Tsukamoto, Jumlah Produksi Coto, Warung Coto Daeng Tata, Efisiensi Produksi.

ABSTRACT

This research focuses on enhancing Coto production efficiency at Warung Coto Daeng Tata through the application of fuzzy logic, specifically utilizing the Tsukamoto method. Challenges such as unpredictable demand fluctuations and inconsistent raw material variations hinder production adaptation. However, by refining fuzzy rules based on shop experience and adjusting parameters, this study aims to optimize responses to market changes and customer demands. Method stages encompass establishing fuzzy rules, fuzzification, inference, and defuzzification, yielding adaptive production quantities. Results demonstrate the effectiveness of the Tsukamoto method in optimizing Coto production, aligning with input variables like weather and seasons to minimize waste and enhance customer satisfaction. The application of fuzzy logic enhances responsiveness to market dynamics and customer preferences, potentially improving operational performance and sustaining traditional culinary businesses.

Keywords: Fuzzy Logic, Tsukamoto Method, Coto Production Amount, Warung Coto Daeng Tata, Production Efficiency.

1. PENDAHULUAN

Warung Coto Daeng Tata memiliki posisi yang istimewa dalam industri kuliner, terutama dalam menyajikan hidangan khas Coto. Coto, hidangan tradisional Indonesia yang khas dari Makassar, Sulawesi Selatan, telah menjadi bagian tak terpisahkan dari warisan kuliner nusantara. Dikenal dengan kuah kentalnya yang gurih dan berbumbu, Coto menjadi favorit banyak orang dengan cita rasa yang khas dan cita rasa otentik. Industri kuliner, terutama di warung makan tradisional, seringkali dihadapkan pada tantangan penentuan jumlah produksi yang tepat. Permintaan yang fluktuatif, variasi ketersediaan bahan baku, dan perubahan tren konsumen dapat mempengaruhi keputusan warung dalam menentukan berapa banyak hidangan



yang harus diproduksi setiap hari. Di sinilah peran penting logika fuzzy berbasis metode Tsukamoto dapat membantu mengoptimalkan proses ini [1].

Menurut Wang et al. Menerapkan logika fuzzy dalam menentukan jumlah produksi restoran dengan memperhitungkan faktor-faktor variabel dan ketidakpastian berarti menggunakan pendekatan logika fuzzy untuk mengambil keputusan tentang seberapa banyak hidangan atau produk yang harus diproduksi dalam suatu waktu tertentu di restoran. Dengan menerapkan logika fuzzy, restoran dapat memanfaatkan kelebihan metode ini dalam menangani kompleksitas dan ketidakpastian di dalam lingkungan bisnis kuliner. Ini membantu restoran untuk membuat keputusan yang lebih cerdas dan responsif terhadap dinamika pasar dan kebutuhan pelanggan [1]. Dalam konteks Warung Coto Daeng Tata, terdapat beberapa permasalahan umum dan spesifik yang dapat diidentifikasi terkait penentuan jumlah produksi Coto. Permasalahan ini dapat menjadi fokus utama untuk diperbaiki dan dioptimalkan dengan penerapan logika fuzzy berbasis metode Tsukamoto.[2]

Berikut adalah perumusan masalah yang mungkin dihadapi: seperti permasalahan umumnya Bagaimana mengatasi fluktuasi permintaan harian yang dapat bervariasi secara signifikan, sehingga jumlah produksi dapat disesuaikan secara efisien dengan tingkat permintaan yang berubah-ubah, Bagaimana menangani variasi ketersediaan dan kualitas bahan baku, seperti daging dan bumbu, untuk memastikan konsistensi kualitas hidangan Coto.[3] Dalam Menggunakan pendekatan fuzzy untuk mengatasi tantangan fluktuasi permintaan dan variasi musiman dalam menentukan jumlah produksi pada restoran fine dining untuk mengimplementasikan logika fuzzy sebagai alat pengambilan keputusan yang adaptif terhadap perubahan dalam permintaan dan musim pada restoran fine dining. Dengan menggunakan pendekatan fuzzy, restoran fine dining dapat meningkatkan ketepatan dalam menyesuaikan jumlah produksi dengan fluktuasi permintaan dan variasi musiman. Ini membantu dalam mengoptimalkan pelayanan, mencegah pemborosan, dan meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menyajikan makanan dengan tepat sesuai dengan kondisi dan kebutuhan pasar. Dengan Menyajikan pendekatan fuzzy dalam menentukan jumlah produksi makanan dengan fokus pada pengelolaan stok bahan baku dan efisiensi biaya menggunakan metodologi Fuzzy Tsukamoto yang berarti menerapkan pendekatan logika fuzzy untuk membuat keputusan tentang seberapa banyak produk yang harus diproduksi. Dengan mengoptimalkan jumlah produksi melalui sistem fuzzy yang mempertimbangkan fluktuasi permintaan, industri makanan dan minuman dapat meningkatkan efisiensi operasional, menghindari pemborosan, dan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik dalam kondisi pasar yang berubah-ubah.

Dengan [4], [5] menggunakan metodologi Fuzzy Mandani yaitu Menggunakan sistem fuzzy untuk mengoptimalkan jumlah produksi di industri makanan dan minuman dengan mempertimbangkan fluktuasi permintaan menerapkan pendekatan logika fuzzy untuk membuat keputusan tentang seberapa banyak produk yang harus diproduksi. Bagaimana mengelola stok bahan baku dengan optimal untuk mencegah kelebihan stok atau kekurangan stok yang dapat memengaruhi produksi. kemudian permasalahan spesifiknya seperti Bagaimana membuat prediksi yang akurat terkait permintaan yang mungkin mengalami tren musiman, seperti peningkatan permintaan pada hari-hari tertentu atau periode tertentu, Bagaimana menyesuaikan jumlah produksi dengan cepat ketika terjadi perubahan menu atau penambahan variasi hidangan untuk menanggapi perubahan tren konsumen, Bagaimana mengoptimalkan ketersediaan hidangan Coto favorit pelanggan tanpa mengakibatkan pemborosan bahan baku.[6]

Implementasi Fuzzy Logic pada Penentuan Jumlah Produksi seperti pada kasus ini yaitu Pengumpulan data historis mengenai permintaan harian dan musiman Coto selama beberapa bulan atau tahun terakhir. Data ini dapat digunakan untuk memodelkan pola permintaan dan fluktuasi musiman, Data Variabilitas Kualitas Bahan Baku, Data Pengelolaan Stok dll. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan dari penerapan fuzzy logic berbasis metode Tsukamoto dalam konteks Warung Coto Daeng Tata adalah Meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam menentukan jumlah produksi Coto agar dapat mengakomodasi fluktuasi permintaan harian dan musiman, Mengembangkan sistem yang mampu menangani variasi kualitas dan ketersediaan bahan baku, sehingga dapat memastikan konsistensi cita rasa dan kualitas hidangan, Mengembangkan sistem yang mampu menangani variasi kualitas dan ketersediaan bahan baku, sehingga dapat memastikan konsistensi cita rasa dan kualitas hidangan, Merancang sistem yang dapat mengelola stok bahan baku dengan efisien, mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan mencegah pemborosan atau kekurangan stok,

Membangun model prediktif untuk memperkirakan tren musiman dalam permintaan, memungkinkan Warung Coto Daeng Tata untuk lebih proaktif dalam menyesuaikan produksi, Menciptakan fleksibilitas dalam penentuan jumlah produksi untuk dapat dengan cepat menyesuaikan diri terhadap perubahan menu atau penambahan variasi hidangan, Meningkatkan kepuasan pelanggan dengan memastikan ketersediaan hidangan favorit dan kualitas yang konsisten, berkontribusi pada loyalitas pelanggan, Mengurangi pemborosan bahan baku dan biaya produksi dengan mengoptimalkan jumlah produksi sesuai dengan kebutuhan pasar dan kondisi operasional, Mengintegrasikan konsep Smart Farming pada Warung Coto Daeng Tata untuk memanfaatkan

teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), Data Mining, dan Artificial Intelligence dalam rangka meningkatkan manajemen pertanian secara holistik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Metode

Tahapan metode dalam menentukan jumlah produksi coto pada Warung Coto Daeng Tata dengan menggunakan logika fuzzy berbasis metode Tsukamoto melibatkan serangkaian langkah yang sistematis untuk mengambil keputusan. metode Tsukamoto ini menciptakan suatu sistem yang adaptif dan cerdas dalam menentukan jumlah produksi coto, dengan mempertimbangkan variabilitas dan ketidakpastian dari berbagai faktor



Gambar 1. Flowchart tahapan metode penerapan fuzzy menentukan jumlah produksi coto.

2.2 Metode Inferensi

Himpunan Fuzzy

George J.Klir dan Bo Yuan [7] mengatakan bahwa himpunan fuzzy merupakan perluasan dari himpunan klasik yang memperbolehkan suatu elemen untuk sebagian termasuk dalam himpunan tersebut. Mereka menjelaskan bahwa himpunan fuzzy memberikan dasar untuk mengatasi ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam pemodelan sistem kompleks. Dengan demikian, penerapan himpunan fuzzy dengan Logika Fuzzy berbasis metode Tsukamoto dapat menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan proses pengambilan keputusan mengenai jumlah produksi Coto di Warung Coto

Daeng Tata. Hal ini membantu menciptakan sistem yang adaptif, efisien, dan mampu menangani kompleksitas serta ketidakpastian dalam lingkungan bisnis.

Fungsi Keanggotaan

Menurut Hans-Juergen Zimmermann, [8], fungsi keanggotaan yang dikenal sebagai fungsi keanggotaan sigmoid atau S. Rumusnya adalah:

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1+e^{-c(x-a)}}$$

Di mana a adalah titik tengah dan c mengontrol kemiringan kurva.

Metode Fuzzy Tsukamoto

Menurut Hirofumi Tsukamoto, [9], Tsukamoto sendiri merinci metodenya sebagai suatu pendekatan untuk mengubah himpunan fuzzy pada variabel output menjadi suatu nilai konkret menggunakan operasi maksimum. Aturan-aturan fuzzy digunakan untuk menggabungkan derajat keanggotaan pada variabel input dan menghasilkan derajat keanggotaan pada variabel output. Selanjutnya, proses ini diikuti oleh operasi maksimum untuk menghasilkan nilai output yang sesuai.

Seperti dalam konteks penerapan fuzzy logic untuk menentukan jumlah produksi coto pada warung coto daeng tata dengan metode tsukamoto, seperti jumlah bahan baku dan permintaan pelanggan serta variabel output atau jumlah produksi coto. Berikut terdapat 4 tahapannya :

1. Fase Fuzzifikasi:
Pada tahap ini, variabel input (Jumlah Bahan Baku dan Permintaan Pelanggan) diterjemahkan menjadi nilai keanggotaan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan sebelumnya. Fungsi keanggotaan tersebut mencerminkan ketidakpastian dan kompleksitas dalam data input. Setiap variabel input akan memiliki himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan masing-masing.
2. Fase Inferensi:
Selanjutnya, aturan-aturan fuzzy digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan variabel output (Jumlah Produksi Coto). Aturan-aturan ini menggambarkan hubungan antara variabel input dan output berdasarkan pengetahuan manusia atau data historis. Proses ini melibatkan kalkulasi derajat keanggotaan pada variabel output untuk setiap aturan fuzzy.
3. Fase Agregasi:
Pada tahap ini, derajat keanggotaan dari setiap aturan fuzzy dikombinasikan atau diagregasikan menggunakan operasi maksimum. Operasi ini mencerminkan prinsip bahwa apabila suatu aturan memiliki kontribusi yang signifikan, maka kontribusi tersebut akan diambil sebagai hasil akhir. Agregasi ini memberikan gambaran holistik tentang derajat keanggotaan pada variabel output.
4. Fase Defuzzifikasi:
Hasil dari tahap agregasi, yaitu himpunan fuzzy pada variabel output, kemudian diubah menjadi suatu nilai konkret menggunakan proses defuzzifikasi. Metode Tsukamoto umumnya menggunakan nilai rata-rata atau centroid dari himpunan fuzzy sebagai nilai output. Dengan cara ini, nilai konkret dapat digunakan sebagai jumlah produksi Coto yang akan dihasilkan.

Ukuran Akurasi Peramalan

Ketika ingin menentukan keakuratan model, maka kita dapat menggunakan MSE (Mean Square Error) dan (Mean Absolute Percentage Error). dengan metode Tsukamoto untuk menentukan jumlah produksi Coto pada Warung Coto Daeng Tata dapat diukur menggunakan beberapa metrik evaluasi umum. Berikut adalah beberapa ukuran akurasi peramalan yang relevan:



1. Mean Absolute Error (MAE):

MAE mengukur rata-rata nilai absolut dari selisih antara nilai aktual dan nilai peramalan.

Rumusnya:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Semakin rendah nilai MAE, semakin baik peramalan.

2. Mean Squared Error (MSE):

MSE mengukur rata-rata dari kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai peramalan. Rumusnya:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Semakin rendah nilai MSE, semakin baik akurasi peramalan.

3. Root Mean Squared Error (RMSE):

RMSE merupakan akar kuadrat dari MSE dan memberikan gambaran tentang kesalahan rata-rata sebenarnya. Rumusnya:

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

Seperti MAE dan MSE, semakin rendah nilai RMSE, semakin baik akurasi peramalan.

4. Coefficient of Determination (R-squared):

R-squared mengukur seberapa baik variasi nilai output dapat dijelaskan oleh model. Nilai R-squared berkisar antara 0 dan 1, di mana 1 menunjukkan presisi yang sempurna. Rumusnya:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Semakin mendekati 1, semakin baik akurasi peramalan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Peniilitan

Data yang digunakan untuk menentukan jumlah produksi optimum untuk menentukan jumlah produksi optimum menggunakan metode fuzzy Tsukamoto adalah data jumlah permintaan, jumlah persediaan dan jumlah bahan baku. Penelitian ini terdapat 4 variabel yaitu :

- a. Variabel Input:
Jumlah Bahan Baku (BB): Data mengenai stok bahan baku yang tersedia untuk produksi Coto di warung. Permintaan Pelanggan (PP): Data mengenai permintaan atau minat pelanggan terhadap Coto.
- b. Variabel Output
Jumlah Produksi Coto (PC): Data mengenai jumlah Coto yang diproduksi berdasarkan sistem logika fuzzy
- c. Fungsi Keanggotaan:

Detail fungsi keanggotaan untuk variabel input dan output, seperti fungsi keanggotaan untuk Jumlah Bahan Baku, Permintaan Pelanggan, dan Jumlah Produksi Coto.

d. Aturan Fuzzy:

Aturan-aturan fuzzy yang digunakan dalam proses inferensi. Contoh aturan mungkin mencakup kondisi seperti "Jika Jumlah Bahan Baku sedikit dan Permintaan Pelanggan tinggi, maka Jumlah Produksi Coto banyak."

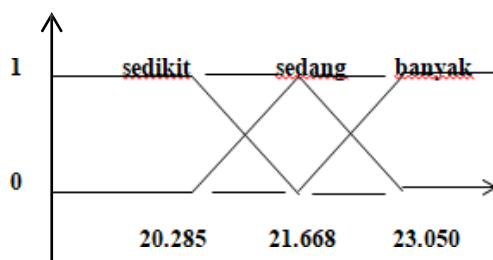
Tabel 1. Jumlah Produk coto pada warung coto daeng tata dengan menggunakan logika fuzzy berbasis metode tsukamoto

Fungsi	Variabel	Dom ain
Input	Permintaan Persediaan Bahan Baku	[20.285, 23.050] [2.360, 3.350] [4.40 0,4.950]
Ouput	Produksi	[18.920,21. 285]

3.2 Penyelesaian Maslah Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Berikut adalah cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan dalam fuzzy tsukamoto

a. Permintaan terdiri dari 3 himpunan yaitu sedikit, sedang dan banyak. Fuungsi keanggotaan untuk permintaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

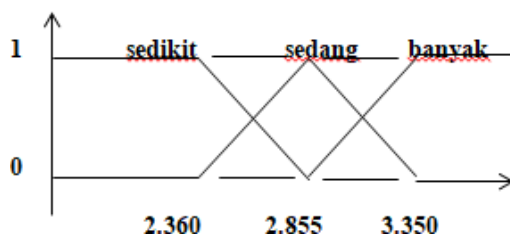


$$\mu_{Pmt \text{ SEDIKIT}}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 20.285 \\ \frac{21.668 - x}{21.668 - 20.285} & ; 20.285 \leq x \leq 21.668 \\ 0 & ; x \geq 21.668 \end{cases}$$

$$\mu_{Pmt \text{ SEDANG}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 20.285 \text{ atau } x \geq 23.050 \\ \frac{x - 20.285}{21.668 - 20.285} & ; 20.285 \leq x \leq 21.668 \\ \frac{23.050 - x}{23.050 - 21.668} & ; 21.668 \leq x \leq 23.050 \end{cases}$$

Gambar 1. Fungsi Keanggotaan dari Variabel Permintaan

b. Persediaan terdiri atas 3 himpunan fuzzy, yaitu sedikit, sedang dan banyak Fungsi keanggotaan untuk persediaan dapat dirumuskan sebagai berikut :



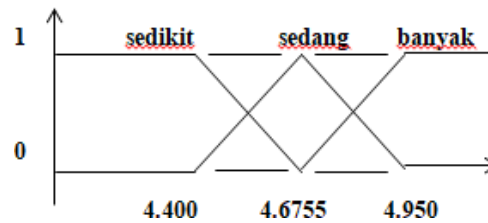
$$\mu_{Pd \text{ SEDIKIT}}(y) = \begin{cases} 1 & ; y \leq 2.360 \\ \frac{2.855 - y}{2.855 - 2.360} & ; 2.360 \leq y \leq 2.855 \\ 0 & ; y \geq 2.855 \end{cases}$$

$$\mu_{Pd \text{ SEDANG}}(y) = \begin{cases} 0 & ; y \leq 2.360 \text{ atau } y \geq 3.350 \\ \frac{y - 2.360}{2.855 - 2.360} & ; 2.360 \leq y \leq 2.855 \\ \frac{3.350 - y}{3.350 - 2.855} & ; 2.855 \leq y \leq 3.350 \end{cases}$$

Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Variabel dari Persediaan

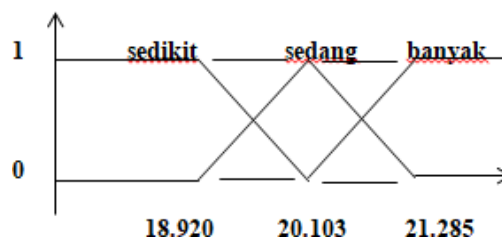
$$\mu_{Pd \text{ BANYAK}}(y) = \begin{cases} 0 & ; y \leq 2.855 \\ \frac{y - 2.855}{3.350 - 2.855} & ; 2.855 \leq y \leq 3.350 \\ 1 & ; y \geq 3.350 \end{cases}$$

c. Bahan Baku terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu sedikit, banyak dan sedang. Fungsi keanggotaan untuk variabel bahan baku dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Dari Variabel Bahan Baku

d. Produksi terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu berkurang, sedang dan bertambah. Fungsi keanggotaan untuk variabel produksi dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Dari Variabel Produksi

$$\mu_{\text{Prod BERTAMBAH}}(p) = \begin{cases} 1 & ; p \leq 18.920 \\ \frac{20.103 - p}{20.103 - 18.920} & ; 18.920 \leq p \leq 20.103 \\ 0 & ; p \geq 20.103 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Prod SEDANG}}(p) = \begin{cases} 1 & ; p \leq 18.920 \text{ atau } p \geq 21.285 \\ \frac{p - 18.920}{20.103 - 18.920} & ; 18.920 \leq p \leq 20.103 \\ \frac{21.285 - p}{21.285 - 20.103} & ; 20.103 \leq p \leq 21.285 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Prod BERTAMBAH}}(p) = \begin{cases} 0 & ; p \leq 20.103 \\ \frac{p - 20.103}{21.285 - 20.103} & ; 20.103 \leq p \leq 21.285 \\ 1 & ; p \geq 21.285 \end{cases}$$

Berikut adalah penyelesaian menggunakan metode fuzzy tsukamoto

1. Permasalahan pada bulan januari tahun 2017:

Permintaan : 22.885

Persediaan : 2.960

Bahan Baku : 4.950

Jika diketahui permintaan sebanyak 22.885, maka :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Pmt SEDIKIT}}(22.885) &= 0 \\ \mu_{\text{Pmt SEDANG}}(22.885) &= \frac{23.050 - 22.885}{22.885 - 21.668} = 0.12 \\ \mu_{\text{Pmt BANYAK}}(22.885) &= \frac{23.050 - 21.668}{22.885 - 21.668} = 0.88 \end{aligned}$$

Jika diketahui persediaan sebanyak 2.960, maka :



$$\begin{aligned} \text{PsdSEDIT}(2.960) &= 0 \\ \text{CgSEDANG}(2.960) &= \frac{3.350 - 2.960}{3.350 - 2.855} = 0,79 \\ \text{PsdBANYAK}(2.960) &= \frac{2.960 - 2.855}{3.350 - 2.855} = 0,21 \end{aligned}$$

Jika diketahui bahan baku sebanyak 4.950, maka :

$$\begin{aligned} \text{BbSEDIT}(4.950) &= 0 \\ \text{BbSEDANG}(4.950) &= 0 \\ \text{BbBANYAK}(4.950) &= 1 \end{aligned}$$

Selanjutnya, aturan-aturan yang dapat digunakan serta mencari a-presikat menggunakan persamaan operasi AND yaitu sebagai berikut:

[R1] jika permintaan Sedkit, persediaan Sedikit dan Bahan baku Sedikit, maka jumlah

3.3 Nilai Keseluruhan Jumlah Produksi Metode Fuzzy Tsukamoto

Hasil produksi coto dengan menerapkan metode fuzzy Tsukamoto dapat dilihat dengan produksi coto pada warung coto daeng tata menggunakan persentase rata-rata atau Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Dengan menghitung Nilai MAPE untuk setiap scenario yang dibandingkan nilai jumlah produksi coto yang sebenarnya untuk setiap scenario

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\text{Actual}_i - \text{Predicted}_i}{\text{Actual}_i} \right| \times 100$$

di mana n adalah jumlah skenario atau bulan, Actuali adalah nilai Jumlah Produksi Coto yang sebenarnya, dan Predictedi adalah nilai yang diprediksi. Sehingga MAPE keseluruhannya diambil rata-rata dari semua nilai MAPE yang dihitung untuk setiap scenario atau bulan.

$$MAPE_{\text{total}} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N MAPE_j$$

Dimana N adalah jumlah scenario atau bulan.

Tabel 2. Jumlah Produksi yang di Produksi Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Bulan	Pmt	Psd	Bb (Kg)	Prod	Hasil Fuzzy Tsukamoto
Jan 2017	22.885	2.960	4.950	21.285	20.823
Feb 2017	20.535	2.880	4.400	18.920	19.340
Maret 2017	21.925	2.360	4.750	20.425	20.497
Apil 2017	20.890	2.445	4.600	19.780	19.606
Mei 2017	22.550	3.230	4.900	21.070	20.792
Juni 2017	22.090	2.970	4.700	20.210	20.599
Juli 2017	21.980	2.600	4.950	21.285	20.594
Juli 2018	23.015	3.310	4.950	21.285	21.091
Agust 2018	21.460	2.675	4.750	20.425	20.573
Sep 2018	21.870	2.450	4.600	19.780	19.645
Okt 2018	22.990	2.985	4.900	21.070	20.883
Nov 2018	21.150	2.655	4.700	20.210	20.600

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa data mencakup variabel-variabel seperti bulan, pmt, psd, bb (Kg), prod, hasil, dan fuzzy Tsukamoto dalam periode Januari 2017 hingga November 2018. Variabel "pmt" dan "psd" menunjukkan variasi yang cukup signifikan dari bulan ke bulan, dimana pmt berkisar antara 20.5 hingga 23.0, sementara psd bervariasi antara 15 hingga 90. Berat badan (bb) dalam kilogram juga mengalami fluktuasi dengan nilai terendah 2.360 kg dan tertinggi 3.310 kg.

Produksi (prod) tampak relatif stabil dengan nilai berkisar antara 4.400 hingga 4.950. Selain itu, hasil dari model fuzzy Tsukamoto menunjukkan konsistensi dalam prediksi dengan nilai yang cukup dekat dengan data produksi aktual. Secara keseluruhan, Tabel 2 memberikan gambaran mengenai variabilitas parameter pertanian dan bagaimana model fuzzy Tsukamoto dapat digunakan untuk meramalkan hasil produksi dengan tingkat akurasi yang baik. Ini menegaskan potensi model ini dalam aplikasi prediksi agrikultur yang lebih luas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan logika fuzzy dalam menentukan jumlah produksi Coto di Warung Coto Daeng Tata dengan metode Tsukamoto adalah langkah cerdas untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Metode ini memungkinkan pemilik warung mengambil keputusan produksi yang sesuai dengan kondisi fluktuatif, seperti permintaan pelanggan dan ketersediaan bahan baku. Dengan logika fuzzy, Warung Coto Daeng Tata dapat membuat keputusan yang tepat dan adaptif karena mampu menangani ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. Contohnya, dengan variabel input seperti cuaca, waktu, dan jumlah pelanggan, serta variabel output berupa jumlah produksi Coto, sistem logika fuzzy Tsukamoto memberikan rekomendasi produksi optimal berdasarkan kepadatan pelanggan, cuaca, dan waktu.

Saran dari penelitian ini meliputi pengembangan model logika fuzzy Tsukamoto dengan mempertimbangkan faktor-faktor baru yang memengaruhi produksi. Penting juga untuk mengumpulkan data yang akurat terkait variabel input dan output, seperti data cuaca dan jumlah pelanggan. Evaluasi berkala terhadap kinerja sistem logika fuzzy dan pembaruan sesuai kebutuhan juga diperlukan. Dengan menerapkan saran tersebut, Warung Coto Daeng Tata dapat memaksimalkan manfaat dari logika fuzzy Tsukamoto untuk meningkatkan kinerja produksi mereka.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa terima kasih, kepada pihak dan para teman-teman yang telah memberikan bantuan finansial dalam mendukung terselenggaranya penelitian saya. Tanpa bantuan tersebut, penelitian ini tidak akan terwujud dan tidak akan memberikan kontribusi yang berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Kepercayaan dan dukungan finansial yang diberikan telah memungkinkan saya untuk menjalankan penelitian dengan optimal, mengeksplorasi ide-ide baru, dan menyajikan temuan yang bermanfaat.

Saya berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat dan memberikan kontribusi positif dalam memecahkan berbagai masalah yang dihadapi. Sekali lagi, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas dukungan finansial yang telah diberikan. Semoga kerjasama ini dapat terus berlanjut dan menjadi modal untuk kolaborasi yang lebih baik di masa depan.

REFERENSI

- Aulia, L., & Sulistijanti, W. (2023, December). PERAMALAN JUMLAH KUNJUNGAN WISATAWAN MANCANEGARA KE PROVINSI BALI MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES CHEN. In *E-Prosiding Seminar Nasional Manajemen dan Akuntansi STIE Semarang (SENMAS)* (Vol. 3, No. 1, pp. 134-144).
- Bakri, R., Muttakin, F., Rahmadani, R., & Gulo, E. S. (2023). Peramalan Penerima Dana Guru Bantu Di Provinsi Riau Tahun 2022-2023 Menggunakan Fuzzy Time Series Rucy Chyn Tsaur. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 4(2), 468-476.



- Kamila. (2019). FL. SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENGAJUAN KREDIT PADA KUD GONDANGLEGI DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC TSUKAMOTO.
- Nur, A., & Sari, R. (2020). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Pemilihan Siswa Teladan di SMK Negeri 1 Bontang, *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 14(2). 153-162²
- Puti, D., & Rizal, Y. (2021). Implementasi Logika Fuzzy Metode Tsukamoto dalam Menentukan Tingkat Resiko Terkena Serangan Jantung. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5 (2), 111-116.
- Rahmawati, R., Yuniza, Y., Rahma, A. N., & Zukrianto, Z. (2020). PREDIKSI JUMLAH WISATAWAN DI KOTA PEKANBARU PADA TAHUN 2019-2023 DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES CHEN. *THETA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 36-44.
- Ramoza, R. I., Gusti, S. K., Handayani, L., & Ramadhani, S. (2023). Perbandingan Triple Exponential Smoothing dan Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Netto TBS Kelapa Sawit. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(3), 614-624.
- Retno Permataliyanti, H. M. (2021). Penerapan Fuzzy Inference System dengan Metode Tsukamoto untuk Memprediksi Curah Hujan di Kabupaten Maros. Skripsi.