



Prediksi Jumlah Produksi Donat Pada Donat Kawan Mamak Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Monica¹, Erwin Panggabean²

^{1,2}STMIK Pelita Nusantara, Jl. Iskandar Muda No. 1 Medan, 20154, Indonesia

¹ishyavanka18@gmail.com, ²erwinpanggabean98@gmail.com

ARTICLE INFORMATION

Received: January 26, 2025
 Revised: February 19, 2025
 Available online: March 31, 2025

KEYWORDS

Prediksi, Logika Fuzzy, Fuzzy Tsukamoto

CORRESPONDENCE

Phone: +62 823-2065-4269
 E-mail: ishyavanka18@gmail.com

ABSTRACT

Kehidupan manusia sekarang tidak lepas dari bermacam-macam kemajuan teknologi. Donat Kawan Mamak merupakan salah satu toko yang memproduksi donat di Medan, dalam memproduksi donat sudah menjadi hal rutin yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Data yang digunakan adalah data permintaan maksimum, permintaan minimum satu priode tertentu, persediaan maksimum satu priode tertentu, persediaan minimum satu priode tertentu, produksi maksimum satu priode tertentu, produksi minimum satu priode tertentu, permintaan saat ini dan persediaan saat ini. Pembangunan sistem menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan yang digunakan adalah MySQL. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Fuzzy Tsukamoto menunjukkan hasil bahwa jika jumlah permintaan donat sebanyak 133 Kotak dan jumlah persediaan sebanyak 164 Kotak pada bulan Mei, maka hasil prediksi produksi sebanyak 142 Kotak pada bulan Juni 2024.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi tersebut dapat dilihat semakin banyaknya penggunaan komputer dan handphone yang sudah sangat mudah digunakan dari berbagai bidang misalnya dibidang pendidikan, hiburan, kesehatan, terlebih lagi dibidang bisnis atau usaha yang semuanya menggunakan komputer (Jamaludin et al. 2022). Donat Kawan Mamak merupakan salah satu toko yang memproduksi donat di Medan, dalam memproduksi donat sudah menjadi hal rutin yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Kesalahan yang umum terjadi adalah kesalahan dalam menentukan jumlah produksi dapat menyebabkan kerugian karena produksi yang terlalu banyak akan berakibat pada penumpukan stok donat dan produksi yang terlalu sedikit menyebabkan tidak bisa dipenuhinya permintaan. Permasalahan yang ada pada Toko Donat Kawan Mamak yaitu permintaan yang tidak menentu setiap bulannya membuat pihak Donat Kawan Mamak sulit dalam menentukan berapa jumlah donat yang akan di produksi.

Untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan proses prediksi untuk mengetahui jumlah donat yang di produksi guna untuk memenuhi jumlah permintaan. Dan diperlukannya suatu sistem berbasis komputer yang dapat menghitung produksi donat melalui data permintaan dan persediaan. Berkaitan dengan permasalahan yang ada maka dipilih Logika Fuzzy, Logika Fuzzy adalah sebuah bentuk logika bernilai banyak dan memiliki nilai kebenaran variabel dalam bilangan real, antara 0 dan 1. Bentuk logika ini merupakan pengembangan dari logika benar. Pada logika biner, hanya ada 2 nilai kebenaran, yaitu 0 dan 1. Namun, di logika fuzzy, 0 dan 1 merupakan nilai kebenaran ekstrem dengan berbagai tingkat kebenaran menengah [2].

Adapun penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dengan menerapkan metode *Fuzzy Tsukamoto* adalah penelitian yang dilakukan oleh [3] dengan judul "Perancangan Prediksi Produksi Teh Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web". Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat mempermudah proses perhitungan produksi, selain itu juga didukung dengan implementasi aplikasi berbasis website yang dapat mempermudah masyarakat yang masih kurang familiar dengan teknologi. Hasil prediksi yang didapatkan pada penelitian ini yaitu sebesar 36 % peningkatan pada produksi

penjualan teh. Selanjutnya Penelitian yang dilakukan oleh [4] dengan judul “Metode Fuzzy Tsukamoto Digunakan Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Sabun Cuci Piring Surya Lemon”. Surya Lemon disarankan untuk memproduksi 684unit sabun cair berdasarkan prediksi perhitungan defuzzifikasi menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Hasil ini diperoleh dari data penjualan, persediaan, dan produksi dalam satu minggu terakhir yang diproses melalui fuzzifikasi, inferensi menggunakan aturan fuzzy, dan defuzzifikasi dengan metode rata-rata terbobot.

1. Logika Fuzzy

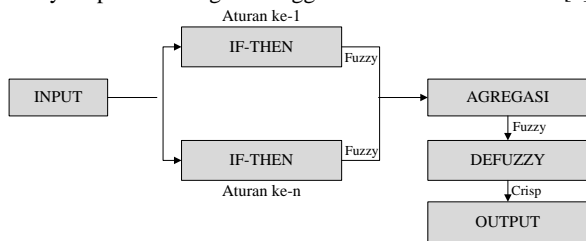
Logika *fuzzy* adalah suatu metode dalam kecerdasan buatan yang memperluas konsep logika klasik (biner) untuk mengakomodasi nilai kebenaran yang bersifat kontinu atau derajat keanggotaan. Logika klasik hanya mengenal dua nilai kebenaran yaitu benar (1) dan salah (0). Namun, logika *fuzzy* memungkinkan nilai kebenaran yang bisa berada di antara benar dan salah, seperti 0.2, 0.5, atau 0.7[5].

Logika *Fuzzy* merupakan bentuk logika yang memiliki banyak nilai. Logika *fuzzy* menggunakan istilah perkiraan dari pada nilai nyata. Membandingkan dengan logika *Boolean* atau biner yang memiliki 2 nilai yaitu benar dan salah, logika *fuzzy* memiliki derajat kebenaran yang bernilai benar di kisaran antara 0 hingga 1. Logika *fuzzy* telah diperluas dalam menangani konsep kebenaran parsial, dimana nilai kebenaran dapat berkisar antara *full true* hingga *full false*. Terlebih lagi, ketika variabel bahasa digunakan, derajat ini dapat diaplikasikan ke fungsi-fungsi *fuzzy* [2].

2. Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy Tsukamoto merupakan metode yang setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* dari setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α , kemudian diperoleh hasil akhir dengan menggunakan rata-rata terpusat. Metode tersebut akan digunakan untuk menentukan jumlah produksi berdasarkan data persediaan barang dan jumlah permintaan. Data persediaan barang dan jumlah permintaan adalah variabel-variabel yang akan direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan *fuzzy* [6].

Metode *Fuzzy Tsukamoto* merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode *tsukamoto*, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dalam suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot [7].



Gambar 1. Diagram Blok Proses Inferensi Fuzzy

Secara umum metode *fuzzy* inferensi sistem *tsukamoto* dalam penggunaannya terbagi dalam beberapa langkah atau prosedur, antara lain sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi

Proses mengubah variabel *input* yang bernilai tegas (*crisp*) menjadi variabel linguistik (*fuzzy*) menggunakan fungsi

keanggotaan yang telah disusun. Terdapat 3 kurva fungsi keanggotaan yang akan digunakan dalam proses fuzzifikasi, yaitu:

a. Fungsi Keanggotaan Representasi Kurva Linear
Fungsi keanggotaan representasi kurva linear menggunakan persamaan berikut ini:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

b. Fungsi Keanggotaan Representasi Linear Naik
Fungsi keanggotaan representasi linear naik menggunakan persamaan berikut ini:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

c. Fungsi Keanggotaan Representasi Kurva Segitiga
Fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga menggunakan persamaan berikut ini:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ 1; & x = b \end{cases} \quad (3)$$

2. Inferensi

Tahap mengubah input *fuzzy* menjadi *output fuzzy* dengan cara mengikuti aturan-aturan *IF-AND-THEN*. Selanjutnya pada tahap ini pun dilakukan perhitungan untuk pengambilan keputusan *fuzzy*. Penentuan nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan yaitu *fire strength* atau α -predikat menggunakan dua operator yaitu operator *AND* dengan persamaannya sebagai berikut:

$$\alpha\text{-predikat} = \mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (4)$$

3. Defuzzifikasi

Proses mengubah kembali dari *output* yang bernilai *fuzzy* yang diperoleh dari inferensi menjadi *input* yang bernilai tegas (*crisp*) menggunakan fungsi keanggotaan. Proses defuzzifikasi pada metode *Tsukamoto* menggunakan rata-rata terbobot (*weight average*) dengan rumus sebagai berikut:

$$Z^* = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i z_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (5)$$

Z^* adalah nilai penegasan, μ_i adalah nilai α -predikat dan z_i adalah nilai variabel *output*. Setelah diperoleh hasil perhitungan dari metode *Tsukamoto* pada data yang diperoleh dari pabrik Alfaria, dilakukan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengukur ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil pendugaan. Selanjutnya dilakukan penyelidikan besar galat/*error* antara hasil perhitungan data actual dengan hasil perhitungan *fuzzy* inferensi sistem *tsukamoto*. Nilai MAPE didapatkan melalui persamaan berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|}{n} \times 100\% \quad (6)$$

X_i adalah data aktual, F_i adalah Prediksi dan n adalah banyaknya data. Berdasarkan nilai MAPE yang diperoleh, dilakukan penarikan kesimpulan bahwa metode *Tsukamoto* dikatakan akurat jika memiliki nilai presentase MAPE-nya lebih kecil.

3. Prediksi

Menurut [8] Pengertian Prediksi sama dengan ramalan atau perkiraan. Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak

harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi. Prediksi menunjukkan apa yang akan terjadi pada suatu keadaan tertentu dan merupakan input bagi proses perencanaan dan pengambilan keputusan.

4. Persediaan

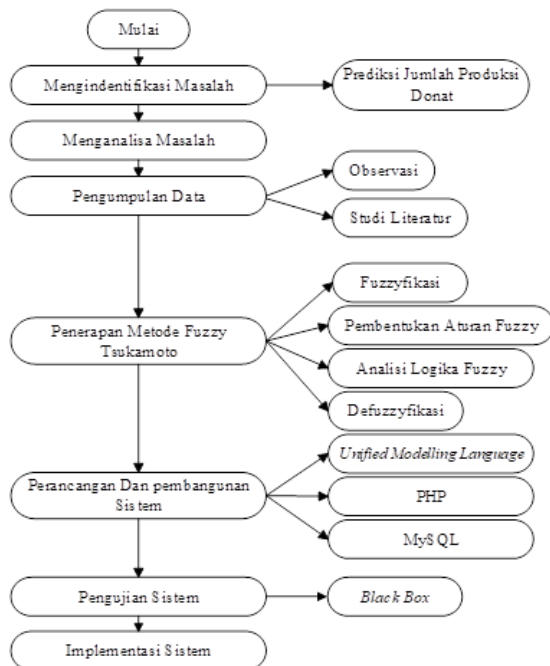
Persediaan adalah komoditas yang utama dari suatu perusahaan komersil. Istilah persediaan digunakan sebagai petunjuk produk yang disimpan untuk dijual atau dapat juga digunakan dalam produksi barang yang dijual. Persediaan barang bagi perusahaan adalah barang yang dibawa atau dibeli kemudian kembali dijual tetapi tidak mengubah kondisi barang tersebut. Persediaan biasanya merupakan jenis aset likuid yang sangat besar bagi perusahaan [9].

Persediaan (*inventory*) adalah hal yang menunjukkan segala sesuatu atau *resources* organisasi yang disimpan dalam antisipasinya untuk memenuhi permintaan. Ragam persediaan dalam pabrikasi antara lain: bahan mentah (baku), barang dalam proses, barang jadi atau produk akhir, bahan-bahan pembantu (pelengkap), dan komponen-komponen lain yang menjadi bagian dari keluaran produk. Dalam mengatur barang dagangan agar lebih teratur dan tidak menumpuk, sebagai pemilik perusahaan baik perusahaan skala besar maupun skala kecil harus menata persediaan barang dagangan dan terserip dengan baik agar tidak berimbas kepada pengeluaran untuk membeli barang dagangan [10].

2. METODE PENELITIAN

1. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian merupakan suatu tahapan yang digunakan dalam penyelesaian masalah yang akan dilakukan dalam penelitian. Penelitian ini merupakan penelitian lapangan, yang pengumpulan datanya dilakukan dilapangan untuk mengadakan pengamatan terhadap suatu fenomena dalam suatu keadaan ilmiah.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

2. Uraian Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian yang telah digambarkan diatas, maka dapat diuraikan tahap dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Masalah
Tahapan identifikasi masalah perlu dilakukan untuk mempermudah penulis dalam melakukan penelitian karena permasalahan pada Toko Donat Kawan Mamak yaitu permintaan yang tidak menentu setiap bulannya membuat pihak Donat Kawan Mamak sulit dalam menentukan berapa jumlah donat yang akan di produksi. Untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan proses prediksi untuk mengetahui jumlah donat yang di produksi guna untuk memenuhi jumlah permintaan.
2. Menganalisa Masalah
Memahami permasalahan dengan ruang lingkup dan batasan yang sudah ditentukan. Dengan menganalisa permasalahan yang telah ditentukan maka permasalahan lebih mudah dipahami. Permasalahan saat ini yang ada adalah bagaimana cara melakukan prediksi jumlah produksi donat pada Donat Kawan Mamak, dan membangun sebuah sistem pendukung untuk menentukan jumlah produksi donat pada Donat Kawan Mamak.
3. Mengumpulkan Data
 - a. Observasi
Kegiatan ini dilakukan di tempat penelitian yaitu Donat Kawan Mamak. Dari hasil observasi yang peneliti lakukan mencari masalah yang timbul dan mencari solusi agar dapat membantu memudahkan Donat Kawan Mamak dalam menentukan jumlah produksi donat.
 - b. Studi Literatur
Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengumpulkan jurnal dan penelusuran situs-situs di internet.
4. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto
Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah:
 - a. Fuzzyfikasi
Data masukan diubah kedalam bentuk variable fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan.
 - b. Pembentukan Aturan Fuzzy
Aturan fuzzy dibentuk untuk memperoleh hasil yang menyatakan relasi yang antara variabel input dengan variabel output.
 - c. Analisis Logika fuzzy
Setiap aturan yang dibentuk merupakan suatu pernyataan implikasi. Pada metode fuzzy Tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi implikasi Min.
 - d. Defuzzifikasi
Data keluaran dari himpunan fuzzy akan dikonversikan kembali kedalam bentuk bilangan dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang telah digunakan sebelumnya.
5. Perancangan Sistem Dan Pembangunan Sistem
Tahap Perancangan adalah merancang atau mendesain suatu sistem agar mendapatkan hasil yang maksimal, tahap perancangan sistem dibahas perancangan fungsi-fungsi program yang digunakan, perancangan *Unified Modelling Language* (UML) yaitu *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Class Diagram*, perancangan database dan perancangan antarmuka (*user interface*) serta pengguna harus menentukan pilihan kriteria dikehendaki dari setiap variabel spesifikasi yang disajikan pada sistem, dan pembuatan *design* sistem *input* dan *output*. Selanjutnya adalah pembangunan sistem pada penelitian ini dilakukan dengan

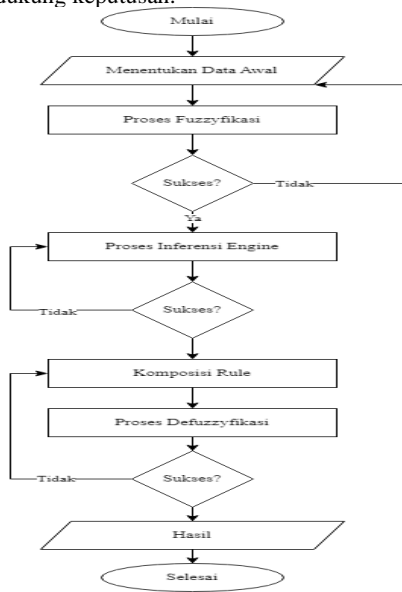
menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan database yang digunakan adalah MySQL.

6. **Pengujian Sistem**
Pengujian sistem dilakukan dengan *black box testing*, metode pengujian aplikasi yang fungsionalitasnya diuji tanpa pengetahuan tentang detail implementasi, struktur kode, dan jalur internal. Pengujian hanya meninjau *input* dan *output* aplikasi yang sepenuhnya berbasis spesifikasi dan persyaratan *software*. Pengujian sistem adalah hal terpenting yang bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan atau kekurangan-kekurangan pada perangkat lunak atau sistem yang telah dibangun untuk diketahui masalah dan kendala yang dialami setelah sistem siap untuk di implementasikan.
7. **Implementasi Sistem**
Implementasi merupakan langkah akhir untuk dilakukan dalam proses penerapan sistem baru dimana tahap ini merupakan tahap meletakkan sistem supaya siap untuk dioperasikan dan dapat dipandang sebagai usaha untuk mewujudkan sistem yang telah dirancang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Metode Fuzzy Tsukamoto

Analisa penerapan metode fuzzy tsukamoto merupakan metode yang digunakan untuk membantu dalam pemberian rekomendasi secara cepat, tepat, dan akurat, berikut rancangan *flowchart* sistempendukung keputusan.



Gambar 2. Flowchart Proses Perhitungan Metode Fuzzy Tsukamoto

Algoritma adalah urutan dari barisan langkah-langkah atau instruksi guna menyelesaikan suatu masalah. Berikut dibawah ini algoritma dari sistem pendukung keputusan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto:

- a. Menentukan data awal.
 - b. Menentukan variabel fuzzy (Fuzzyfikasi).
 - c. Setelah selesai melakukan fuzzyfikasi, langkah selanjutnya yaitu melakukan proses inferensi Engine.
 - d. Kemudian melakukan komposisi *Rule*.
 - e. Langkah terakhir yaitu melakukan proses defuzzyfikasi.
 - f. Hasil persediaan kembali
- A. Menentukan Data Awal

Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan untuk penelitian adalah data produksi donat pada Toko Donat Kawan Mamak seperti data penjualan, data persediaan, dan data produksi selama 1 tahun terakhir, penelitian ini mengambil data produksi Donat yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Penjualan Donat

Tahun	Bulan	Penjualan (Kotak)	Persediaan (Kotak)	Produksi (Kotak)
2023	Juni	147	150	155
2023	Juli	155	158	150
2023	Agustus	125	153	150
2023	September	148	178	150
2023	Oktober	170	180	155
2023	November	163	165	160
2023	Desember	127	162	150
2024	Januari	175	185	130
2024	Februari	136	140	150
2024	Maret	144	154	155
2024	April	128	165	130
2024	Mei	153	167	150
2024	Juni	133	164	?

Dari perhitungan diatas didapatkan :142 Kotak

- a. Penjualan Tertinggi = 175; Persediaan Tertinggi = 185; Produksi Tertinggi = 160
- b. Penjualan Terendah =125; Persediaan Terendah = 140; Produksi Terendah = 130

B. Menentukan Variabel dan Domain (Fuzzyfikasi)

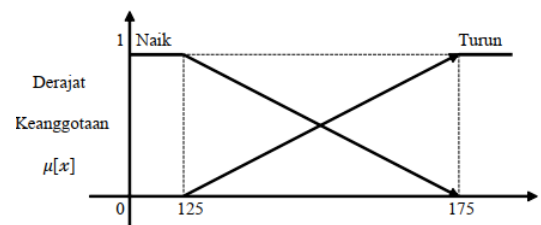
Pembentukan himpunan fuzzy merupakan langkah pertama yang dilakukansaat menggunakan Metode Tsukamoto. Ada 3 variabel fuzzy yang akan dimodelkan, yaitu:

- a. Variabel Penjualan yang terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu TURUN dan NAIK. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TURUN dan NAIK:

$$\mu_{\text{Penj TURUN}} [X] = \begin{cases} 1 & , x \leq X_{\min} \\ \frac{X_{\max}-x}{X_{\max} - X_{\min}} & , X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \\ 0 & , x \geq X_{\max} \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Penj NAIK}} [X] = \begin{cases} 0 & , x \leq X_{\min} \\ \frac{X-X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} & , X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \\ 1 & , x \geq X_{\max} \end{cases}$$

Nilai keanggotaan himpunan TURUN dan NAIK dari variable Penjualan bisa dicari dengan: X =133



Gambar 2. Membership function Penjualan keanggotaan himpunan fuzzy TURUN dan NAIK:

$$\mu_{\text{Penj TURUN}} [133] = \begin{cases} 1 & , 133 \leq 125 \\ \frac{175-133}{175-125} & , 125 \leq X \leq 175 \\ 0 & , 133 \geq 175 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Penj TURUN } [133] = 42/50 = 0,84$$

$$\mu \text{ Penj NAIK } [133] = \begin{cases} 0 & , 133 \leq 125 \\ \frac{133-125}{175-125} & , 125 \leq x \leq 175 \\ 1 & , 133 \geq 175 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Penj NAIK } [133] = 8/50 = 0,16$$

- b. Variabel Persediaan yang terdiri atas 3 himpunan fuzzy yaitu SEDIKIT dan BANYAK.

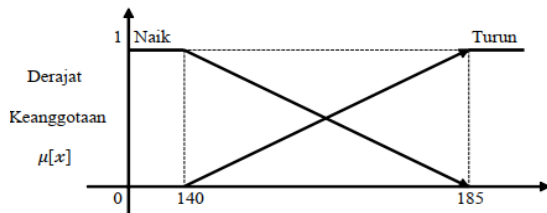
Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TURUN dan NAIK:

$$\mu \text{ Pers SEDIKIT } [Y] = \begin{cases} 1 & , Y \leq Y_{\min} \\ \frac{Y_{\max}-Y}{Y_{\max}-Y_{\min}} & , Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max} \\ 0 & , Y \geq Y_{\max} \end{cases}$$

$$\mu \text{ Pers BANYAK } [Y] =$$

$$\begin{cases} 0 & , Y \leq X_{\min} \\ \frac{Y-Y_{\min}}{Y_{\max}-Y_{\min}} & , Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max} \\ 1 & , Y \geq Y_{\max} \end{cases}$$

Nilai keanggotaan himpunan SEDIKIT dan BANYAK dari variable Persediaan bisa dicari dengan: $Y = 164$



Gambar 3. Membership function Perstori keanggotaan himpunan fuzzy SEDIKIT dan BANYAK:

$$\mu \text{ Pers SEDIKIT } [164] = \begin{cases} 1 & , 164 \leq 140 \\ \frac{185-164}{185-140} & , 140 \leq 164 \leq 185 \\ 0 & , 164 \geq 185 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Pers SEDIKIT } [164] = 21/45 = 0,46$$

$$\mu \text{ Pers BANYAK } [164] = \begin{cases} 0 & , 164 \leq 140 \\ \frac{164-140}{185-140} & , 140 \leq 164 \leq 185 \\ 1 & , 164 \geq 185 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Pers BANYAK } [164] = 24/45 = 0,53$$

- c. Variabel Produksi yang terdiri atas 3 himpunan fuzzy yaitu

BERKURANG dan BERTAMBAH.

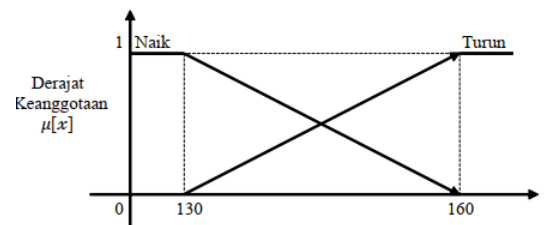
$$\mu \text{ Prod BERKURANG } [Z] =$$

$$\begin{cases} 1 & , Z \leq Z_{\min} \\ \frac{Z_{\max}-Z}{Z_{\max}-Z_{\min}} & , Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max} \\ 0 & , Z \geq Z_{\max} \end{cases}$$

$$\mu \text{ Prod BERTAMBAH } [Z] =$$

$$\begin{cases} 0 & , Z \leq Z_{\min} \\ \frac{Z-Z_{\min}}{Z_{\max}-Z_{\min}} & , Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max} \\ 1 & , Z \geq Z_{\max} \end{cases}$$

Nilai keanggotaan himpunan BERKURANG dan BERTAMBAH



Gambar 4. Membership Function Produksi

$$\mu \text{ Prod BERKURANG } [Z] = \begin{cases} 1 & , Z \leq 130 \\ \frac{160-Z}{160-130} & , 130 \leq Z \leq 160 \\ 0 & , Z \geq 160 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Prod BERTAMBAH } [Z] = \begin{cases} 0 & , Z \leq 130 \\ \frac{Z-130}{160-130} & , 130 \leq Z \leq 160 \\ 1 & , Z \geq 160 \end{cases}$$

Z = adalah berapa jumlah Donat yang di pesan kembali?

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan X Dan Y

$\mu[x]$			
Penjualan		Persediaan	
Penjualan Turun	0,84	Persediaan Sedikit	0,46
Penjualan Naik	0,16	Persediaan Banyak	0,53

- C. Inferensi Engine

Dari uraian di atas terbentuk 4 himpunan fuzzy yaitu: penjualan TURUN, penjualan NAIK, Persediaan SEDIKIT, Persediaan BANYAK, produksi BERKURANG, produksi BERTAMBAH. Diperoleh 4 aturan fuzzy sebagai berikut:

[R1] JIKA Penjualan **NAIK**, dan Persediaan **BANYAK**, MAKA Produksi **BERTAMBAH**.

[R2] JIKA Penjualan **NAIK**, dan Persediaan **SEDIKIT**, MAKA Produksi **BERTAMBAH**.

[R3] JIKA Penjualan **TURUN**, dan Persediaan **BANYAK**, MAKA Produksi **BERKURANG**.

[R4] JIKA Penjualan **TURUN**, dan Persediaan **SEDIKIT**, MAKA Produksi **BERKURANG**.

- D. Komposisi Rule

Berdasarkan 4 aturan fuzzy di atas, maka ditentukan nilai α dan z untuk masing-masing aturan. Langkah-langkah untuk mengkonversi empat aturan tersebut sehingga diperoleh nilai dari α dan z dari setiap aturan.

[R1] JIKA Pejualan **NAIK**, dan Persediaan **BANYAK**, MAKA produksi **BERTAMBAH**

$$\begin{aligned} \alpha 1 &= \mu \text{ Penj NAIK } [X] \cap \mu \text{ Pers BANYAK } [Y] \\ &= \text{Min } (\mu \text{ Penj NAIK } [133] \cap \mu \text{ Pers BANYAK } [164]) \\ &= \text{Min } ([0,16], [0,53]) \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan persediaan Kembali pada donat BERTAMBAH pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$\begin{aligned} Z1 &= \frac{Z1 - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} \\ Z1 &= \alpha 1 (160-130) + 130 \\ Z1 &= 0,16 (30) + 130 \\ Z1 &= 4,8 + 130 \\ Z1 &= 134,8 \end{aligned}$$

[R2] JIKA Penjualan **NAIK**, dan Persediaan **SEDIKIT**, MAKA Produksi **BERTAMBAH**

$$\begin{aligned} \alpha 2 &= \mu \text{ Penj NAIK } [X] \cap \mu \text{ Pers SEDIKIT } [Y] \\ &= \text{Min } (\mu \text{ Penj NAIK } [133] \cap \mu \text{ Pers SEDIKIT } [164]) \end{aligned}$$

$$= \text{Min} ([0,16], [0,46])$$

$$= 0,16$$

Menurut fungsi keanggotaan himpuna Persediaan kembali pada donat BERTAMBAH pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$Z2 = \frac{Z1 - Zmin}{Zmax - Zmin}$$

$$Z2 = \alpha2 (160-130) + 130$$

$$Z2 = 0,16 (30) + 130$$

$$Z2 = 4,8 + 130$$

$$Z2 = 134,8$$

[R3] JIKA Penjualan TURUN, dan Persediaan BANYAK, MAKA Produksi jadi BERKURANG

$$\alpha3 = \mu \text{ Penj TURUN } [X] \cap \mu \text{ Pers BANYAK } [Y]$$

$$= \text{Min} (\mu \text{ Penj TURUN } [133] \cap \mu \text{ Pers BANYAK } [164])$$

$$= \text{Min} ([0,84], [0,53])$$

$$= 0,53$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERKURANG padapersamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$Z3 = \frac{Z1 - Z3}{Zmax - Zmin}$$

$$Z3 = 160 - \alpha3 (160 - 130)$$

$$Z3 = 160 - 0,53 (160 - 130)$$

$$Z3 = 160 - 0,53 (30)$$

$$Z3 = 160 - 15,9$$

$$Z3 = 144,1$$

[R4] JIKA Penjualan TURUN, dan Persediaan SEDIKIT, MAKA Produksi BERKURANG

$$\alpha4 = \mu \text{ Penj TURUN } [X] \cap \mu \text{ Pers SEDIKIT } [Y]$$

$$= \text{Min} (\mu \text{ Penj TURUN } [133] \cap \mu \text{ Pers SEDIKIT } [164])$$

$$= \text{Min} ([0,84], [0,46])$$

$$= 0,46$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERKURANG padapersamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$Z3 = \frac{Z1 - Z3}{Zmax - Zmin}$$

$$Z4 = 160 - \alpha4 (160 - 130)$$

$$Z4 = 160 - 0,46 (30)$$

$$Z4 = 160 - 13,8$$

$$Z4 = 146$$

E. Proses Defuzzyfikasi

Pada metode tsukamoto, untuk menentukan *output crisp*, digunakan defuzzyfikasi rata-rata terpusat, yaitu:

$$Z = \frac{(\alpha1 * Z1) + (\alpha2 * Z2) + (\alpha3 * Z3) + (\alpha4 * Z4)}{\alpha1 + \alpha2 + \alpha3 + \alpha4}$$

$$Z = \frac{(0,16 * 134,8) + (0,16 * 134,8) + (0,53 * 144) + (0,46 * 146)}{0,16 + 0,16 + 0,53 + 0,46}$$

$$Z = \frac{21,568 + 21,558 + 76,32 + 67,16}{1,31}$$

$$Z = \frac{186,4}{1,31}$$

$$Z = 142,44 = 142 \text{ (Dibulatkan)}$$

Jadi, kesimpulannya adalah bahwa jika jumlah permintaan donat sebanyak 133 Kotak dan jumlah persediaan sebanyak 164 Kotak pada bulan Juni tahun 2024, maka hasil prediksi produksi sebanyak 142 Kotak.



Gambar 5. Hasil prediksi Sistem

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Prediksi Jumlah Produksi Donat Pada Donat Kawan Mamak Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto”, dapat disimpulkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto mampu digunakan untuk memprediksi jumlah produksi secara lebih terukur. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa apabila jumlah permintaan donat pada bulan Mei sebanyak 133 kotak dan jumlah persediaan sebanyak 164 kotak, maka prediksi produksi untuk bulan Juni 2024 adalah sebanyak 142 kotak. Selain itu, sistem prediksi ini telah berhasil dirancang menggunakan metode Tsukamoto dengan pemodelan UML dan diimplementasikan secara efektif menggunakan bahasa pemrograman PHP serta MySQL sebagai basis datanya, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan produksi donat yang lebih tepat dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Jamaludin *et al.*, *Transformasi Digital Dalam Dunia Bisnis*. Cendikia Mulia Mandiri, 2022.
- [2] I. L. Amalia, “Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Beras,” 2020.
- [3] R. Ilham and H. Fryonanda, “Perancangan Prediksi Produksi Teh Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web,” *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 16–22, 2023, doi: 10.30630/jitsi.4.1.120.
- [4] T. L. Trisely, R. A. Saputra, and R. J. Arsyad, “Metode Fuzzy Tsukamoto Digunakan Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Sabun Cuci Piring Surya Lemon,” *EJECTS J. Comput. Technol. Informations Syst.*, vol. 3, no. 1, pp. 31–37, 2023.
- [5] A. Ahmad and N. Nurjaya, “Teori, Praktek & Implementasi Logika Fuzzy,” 2024.
- [6] S. Agraini, “Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Produksi Batubara pada PT. Tribakti Sarimas Berbasis Web,” *J. Perencanaan, Sains, Teknol. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 283–295, 2019.
- [7] P. T. Prasetyaningrum *et al.*, *Penerapan Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Pemasaran Omah Jamu*, vol. 2, no. 1. 2019.
- [8] N. Ajeng, B. W. Sari, and D. Prabowo, “Prediksi Pemberian Kelayakan Pinjaman Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *Inf. Syst. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–24, 2020.
- [9] Pujiastuti and L. Ariyani, “Penerapan Metode Economic Order Quantity pada Sistem Informasi Persediaan Barang Perusahaan Otomotif,” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 6, no. 4, pp. 713–720, 2021.
- [10] N. Hadi and U. Hasanah, “Analisis Manajemen Persediaan Barang Dagangan Dalam Perspektif Etika Bisnis Islam Pada Medan Mart,” *J. AKMAMI (Akuntansi, Manajemen, Ekon.)*, vol. 3, no. 3, pp. 489–

494, 2022.