

Sistem Prediksi Jumlah Produksi Tahu Takwa Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web

Bagus Dwi Prasetya¹, Rika Wahyu Syaputri², Fera Annisa³, Aldestra Bagas Wardana⁴,
Intan Nur Farida⁵

^{1,2,3,5}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

⁴Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹bagusdwiprasetya364@gmail.com, ²rikaaputri2103@gmail.com, ³feraannisa895@gmail.com,

⁴destrabagas45@gmail.com, ⁵intannf@unpkediri.ac.id

Corresponden Author: bagusdwiprasetya364@gmail.com

Diterima Redaksi: 13 September 2023 Revisi Akhir: 12 Oktober 2023 Diterbitkan Online: 01 November 2023

Abstrak – Pabrik Tahu Populer Takwa masih menggunakan perkiraan jumlah produksi tanpa perhitungan yang jelas dan belum memanfaatkan teknologi komputer dalam mengolah data untuk perhitungan jumlah produksi. Oleh karena itu, sistem perhitungan metode fuzzy tsukamoto dengan konsep berbasis web diharapkan dapat meminimalisir kerugian akibat jumlah produksi yang tidak sesuai dengan pangsa pasar. Penelitian ini bertujuan untuk membantu pabrik Tahu Populer Takwa dalam memperkirakan jumlah produksi harian sesuai dengan pangsa pasar. Hasil pengujian menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) menunjukkan keakuratan perhitungan sistem sebesar 95,90% dengan nilai error sebesar 4,09 sehingga interpretasi dari nilai MAPE tersebut akurat.

Kata Kunci — Algoritma fuzzy, Metode fuzzy tsukamoto, Produksi

Abstract –Takwa Popular Tofu Factory still uses estimates of the amount of production with no accurate calculation and computer technology. Therefore, the calculation system of the tsukamoto fuzzy method with a web-based concept is expected to minimize losses due to the amount of production that is not in accordance with market share. This study aims to assist the Takwa Popular Tofu factory in estimating the amount of daily production in accordance with market share. The test results using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) show the accuracy of the system calculation of 95.90% with an error value of 4.09 so that the interpretation of the MAPE value is accurate.

Keywords — Fuzzy algorithm, Tsukamoto fuzzy method, Production



1. PENDAHULUAN

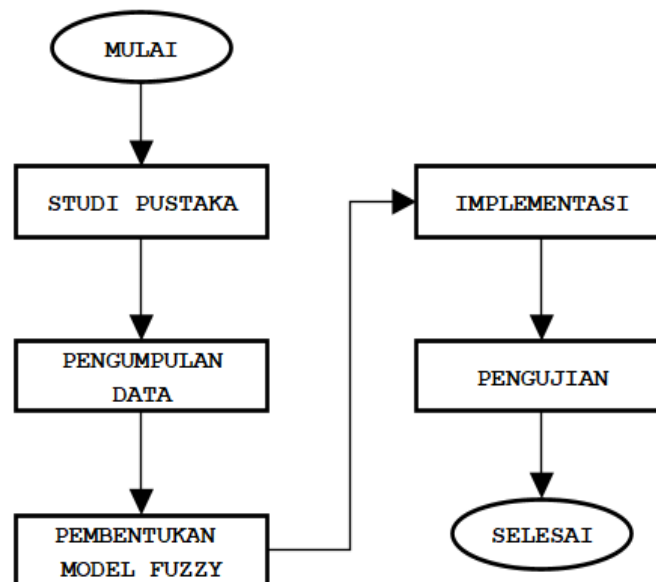
Di Kota Kediri sektor usaha tahu takwa menjadi salah satu yang unggul, hampir disetiap sudut kota pelaku usaha tahu takwa bisa ditemukan. Termasuk pabrik Tahu Takwa Populer yang telah terdiri sejak tahun 1997 sebagai usaha turun menurun oleh keluarga pemiliknya. Tahu takwa populer tergolong kategori produsen yang cukup besar karena pangsa pasarnya tidak hanya dari Kota Kediri tetapi juga dari luar kota Kediri. Dalam setiap harinya, permintaan pasar terhadap pabrik Tahu Takwa Populer sangat bervariasi dan cenderung mengalami fluktuasi yang cukup signifikan. Di era digital yang semakin maju, penggunaan teknologi dalam mengoptimalkan produksi merupakan suatu keharusan. Guna mengurangi potensi kerugian dan memenuhi kebutuhan pasar yang tidak stabil tersebut, diperlukan metode prediksi yang cerdas dan handal dalam menentukan jumlah produksi tahu takwa. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan keuntungan bagi pelaku usaha pabrik Tahu Takwa Populer.

Menurut penelitian [1], logika *fuzzy* salah satu algoritma yang paling umum digunakan dalam sistem prediksi karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah produksi yang lebih akurat. Metode *fuzzy tsukamoto* adalah salah satu metode dalam logika *fuzzy* yang dapat digunakan untuk menghitung setiap konsekuensi dari aturan *if-then* dengan menyajikan himpunan *fuzzy* yang terdiri dari fungsi keanggotaan yang monoton. α -predikat untuk menjelaskan hasil inferensi setiap aturan, dan rata-rata terbobot digunakan untuk menghitung hasil akhir. Algoritma ini dipilih karena dapat memberikan nilai prediksi dan rekomendasi berdasarkan informasi yang belum akurat, ambigu, dan intuitif.

Penelitian sebelumnya telah membuktikan keefektifan metode *fuzzy tsukamoto* dalam membuat sistem prediksi. Pada penelitian yang dilakukan oleh [2] memprediksi jumlah produksi roti dengan menggunakan 3 variabel yaitu retur, penjualan, dan produksi. Hasil pengujian menunjukkan nilai error pada perhitungan sistem sebesar 0.550456 yang diperoleh melalui perbandingan perhitungan manual dengan perhitungan metode fuzzy tsukamoto dengan menggunakan *Mean Squared Error (MSE)*. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh [3] melakukan prediksi jumlah produksi jajanan banten dengan melihat data historis permintaan, persediaan, dan produksi. Hasil uji *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* menunjukkan keakuratan perhitungan sistem sebesar 90,1% dengan interpretasi nilai *MAPE* sangat akurat. Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa algoritma *fuzzy tsukamoto* dapat digunakan sebagai metode dalam merancang sistem prediksi berbasis web. Dengan menggunakan algoritma ini, variabel-variabel *input* yang relevan dapat diidentifikasi dan dihitung secara akurat untuk memprediksi jumlah produksi yang optimal. Sehingga diharapkan dapat membantu dalam mengoptimalkan jumlah produksi pada pabrik tahu takwa populer dengan perhitungan yang akurat dan tepat sesuai dengan permintaan pasar.

2. METODE PENELITIAN

Proses penelitian harus dirancang secara sistematis agar hasilnya sesuai dengan harapan. Gambar 1 menunjukkan rute penelitian.



Gambar 1. Bagan alur penelitian

2.1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan melalui analisis mendalam terhadap teori-teori literatur dan sumber-sumber buku yang relevan dengan objek kajian sebagai landasan utama dalam penelitian. Tahapan ini melibatkan pemahaman mendalam mengenai logika *fuzzy* khususnya metode Tsukamoto. Selain itu, peneliti mengeksplorasi penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dalam industri makanan dan memfokuskan tinjauan pustaka pada aplikasi prediksi berbasis web.

2.2. Pengumpulan Data

Untuk memenuhi kebutuhan data dalam penelitian ini dilakukan eksplorasi. Serangkaian wawancara dengan pemilik pabrik Tahu Takwa Populer digunakan untuk menggali data yang mencakup informasi historis yang berkaitan dengan prediksi jumlah produksi tahu takwa. Data yang dikumpulkan dari 1 Juli hingga 30 Juli 2023 meliputi permintaan, retur, dan produksi tahu di pabrik.

2.3. Pembentukan model fuzzy

Pada langkah ini, model logika *fuzzy* dibangun dengan menerapkan metode *Tsukamoto*. Langkah selanjutnya adalah pembentukan aturan-aturan *fuzzy* yang didasarkan pada data yang telah terkumpul. Selain itu,

proses ini juga mencakup penentuan variabel linguistik dan perumusan fungsi keanggotaan yang sesuai untuk setiap variabel yang ada.

2.4. Implementasi

Implementasi sistem dilakukan sebagai konsekuensi dari perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Proses ini melibatkan pengembangan antarmuka web yang memungkinkan akses dan penggunaan model prediksi. Pada tahap ini digunakan sistem operasi windows 10 yang diintegrasikan dengan bahasa pemrograman PHP melalui penggunaan text editor VSCode.

2.5. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menghitung *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. *MAPE* adalah metode untuk mengetahui tingkat akurasi prediksi (nilai taksiran dari model) dengan mengestimasi rata-rata persentase kesalahan *absolute* yang terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan data 30 hari dari pabrik Tahu Takwa Populer pada bulan Juli 2023. Tabel 1 memperlihatkan data mengenai jumlah permintaan, jumlah retur, dan jumlah produksi yang digunakan dalam perhitungan produksi dengan metode *fuzzy Tsukamoto*. Penelitian ini memiliki dua variabel input dan satu variabel output, sehingga nilai minimal dan maksimal dari masing-masing variabel input dan output ditunjukkan dalam tabel 2 berikut:

Tabel 1. Data produksi pabrik Tahu Takwa Populer

Tanggal	Permintaan	Retur	Produksi
1	2500	350	2900
2	2000	150	2500
3	2400	170	3000
4	2600	275	3100
5	2900	150	3250
6	3150	200	3300
7	3470	250	3500
-	-	-	-
-	-	-	-
30	3400	150	3750

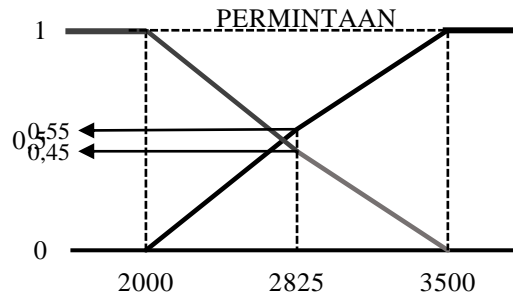
Tabel 2. Nilai minimum dan maksimum

Fungsi	Variabel	Himpunan	Range
<i>input</i>	Permintaan	Turun	2000
		Naik	3500
	Retur	Turun	150
		Naik	500
<i>Output</i>	Produksi	Berkurang	2500
		Bertambah	4000

3.2 Penyelesaian Masalah Menggunakan Metode Fuzzy tsukamoto

Nilai keanggotaan permintaan, retur, dan produksi dapat dihitung dengan menggunakan variabel linguistik dan numerik berikut:

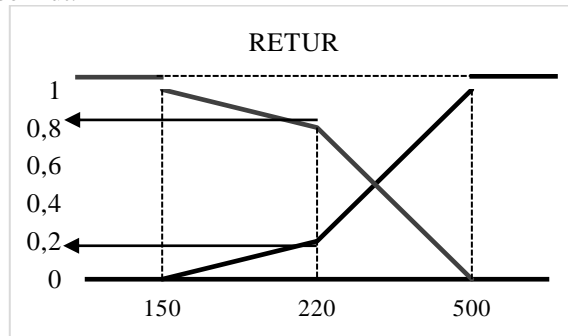
3.2.1 Fungsi keanggotaan variabel permintaan(x) terdiri dari dua himpunan fuzzy turun dan naik, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:



$$\mu \text{ Permintaan Turun}(x) = \begin{cases} 1; & x < 2000 \\ \frac{3500-x}{3500-2000} & ; 2000 \leq x \leq 3500 \\ 0; & x > 3500 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu \text{ Permintaan Naik}(x) = \begin{cases} 0; & x < 2000 \\ \frac{x-2000}{3500-2000} & ; 2000 \leq x \leq 3500 \\ 1; & x > 3500 \end{cases} \quad (2)$$

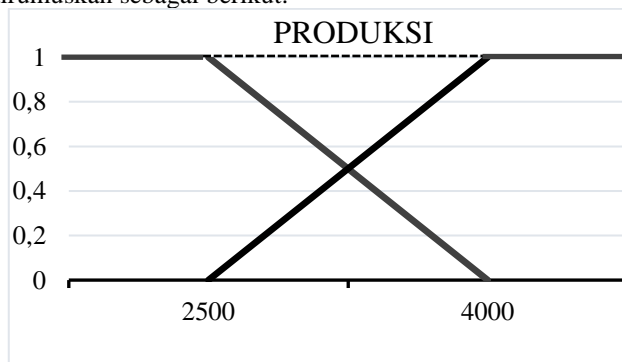
3.2.2 Fungsi keanggotaan variabel retur(y) terdiri dari dua himpunan fuzzy turun dan naik, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:



$$\mu \text{ Retur Turun}(y) = \begin{cases} 1; & y < 150 \\ \frac{500-y}{500-150}; & 150 \leq y \leq 500 \\ 0; & y > 500 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu \text{ Retur Naik}(y) = \begin{cases} 0; & y < 150 \\ \frac{y-150}{500-150}; & 150 \leq y \leq 500 \\ 1; & y > 500 \end{cases} \quad (4)$$

3.2.3 Fungsi keanggotaan variabel produksi(Z) terdiri dari dua himpunan fuzzy berkurang dan bertambah, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:



$$\mu \text{ Produksi Berkurang}(z) = \begin{cases} 1; & z < 2500 \\ \frac{4000-z}{4000-2500}; & 2500 \leq z \leq 4000 \\ 0; & z > 4000 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu \text{ Produksi Bertambah}(z) = \begin{cases} 0; & z < 2500 \\ \frac{z-2500}{4000-2500}; & 2500 \leq z \leq 4000 \\ 1; & z > 4000 \end{cases} \quad (6)$$

Contoh masalah Juli 2023 adalah permintaan tahu 2825 dan retur 220. Penyelesaian masalah yang dihasilkan dari metode fuzzy tsukamoto adalah sebagai berikut:

3.2.4 Jika 2825 adalah permintaan tahu yang diketahui, maka:

$$\mu \text{ Permintaan Turun (2825)} = \frac{3500 - 2825}{3500 - 2000} = \frac{675}{1500} = 0,45$$

$$\mu \text{ Permintaan Naik (2825)} = \frac{2825 - 2000}{3500 - 2000} = \frac{825}{1500} = 0,55$$

3.2.5 Jika 220 adalah retur yang diketahui, maka:

$$\mu \text{ Retur Turun (220)} = \frac{500 - 220}{500 - 150} = \frac{280}{350} = 0,8$$

$$\mu \text{ Retur Naik (220)} = \frac{220 - 150}{500 - 150} = \frac{70}{350} = 0,2$$

Selanjutnya, dilakukan proses menghitung predikat setiap variabel yang dimasukkan ke dalam himpunan fuzzy, menggabungkan setiap aturan dengan variabel yang ada, aturan yang sudah didapatkan akan diproses dengan aturan implikasi. Proses implikasi dilakukan dengan menggunakan aturan Min dimana nilai predikat yang diambil merupakan nilai terendah dari suatu derajat keanggotaan pada variabel-variabelnya [4][5].

- 1) [R1] = IF permintaan turun AND retur naik THEN produksi berkurang.

Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R1] yang lambangkan dengan α_1 diperoleh dengan rumus :

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu \text{ permintaan TURUN} \cap \mu \text{ retur NAIK} \\ &= \min \{ \mu \text{ permintaan TURUN}[2825]; \mu \text{ retur NAIK}[220] \} \\ &= \min \{ 0,45 ; 0,2 \} \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

Maka dapat diperoleh nilai z_1 adalah:

$$\begin{aligned} \frac{4000 - z_1}{4000 - 2500} &= 0,2 \\ 4000 - z_1 &= 300 \\ z_1 &= 3700 \end{aligned}$$

- 2) [R2] = IF permintaan turun AND retur turun THEN produksi berkurang.

Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R2] yang lambangkan dengan α_2 diperoleh dengan rumus :

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \mu \text{ permintaan TURUN} \cap \mu \text{ retur TURUN} \\ &= \min \{ \mu \text{ permintaan TURUN}[2825]; \mu \text{ retur TURUN}[220] \} \\ &= \min \{ 0,45 ; 0,8 \} \\ &= 0,45 \end{aligned}$$

Maka dapat diperoleh nilai z_2 adalah:

$$\begin{aligned} \frac{4000 - z_2}{4000 - 2500} &= 0,45 \\ 4000 - z_2 &= 675 \\ z_2 &= 3325 \end{aligned}$$

- 3) [R3] = IF permintaan naik AND retur naik THEN produksi bertambah.

Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R3] yang lambangkan dengan α_3 diperoleh dengan rumus :

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= \mu \text{ permintaan NAIK} \cap \mu \text{ retur NAIK} \\ &= \min \{ \mu \text{ permintaan NAIK}[2825]; \mu \text{ retur NAIK}[220] \} \\ &= \min \{ 0,55 ; 0,2 \} \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

Maka dapat diperoleh nilai z_3 adalah:

$$\frac{z_3 - 2500}{4000 - 2500} = 0,2$$

$$z_3 - 2500 = 300$$

$$z_3 = 2800$$

- 4) [R4] = IF permintaan naik AND retur turun THEN produksi bertambah.
 Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R4] yang lambangkan dengan α_4 diperoleh dengan rumus :

$$\alpha_4 = \mu \text{ permintaan NAIK} \cap \mu \text{ retur TURUN}$$

$$= \min \{ \mu \text{ permintaan NAIK}[2825]; \mu \text{ retur TURUN}[220] \}$$

$$= \min \{ 0,55 ; 0,8 \}$$

$$= 0,55$$

Maka dapat diperoleh nilai z_4 adalah:

$$\frac{z_4 - 2500}{4000 - 2500} = 0,55$$

$$z_4 - 2500 = 825$$

$$z_4 = 3325$$

Kemudian, pada metode *tsukamoto* nilai *crisp* diperoleh dari nilai rata-rata terbobot yaitu:

$$z = \frac{(\alpha_1 * z_1) + (\alpha_2 * z_2) + (\alpha_3 * z_3) + (\alpha_4 * z_4)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}$$

$$= \frac{740 + 1518,75 + 560 + 1828,75}{1,4}$$

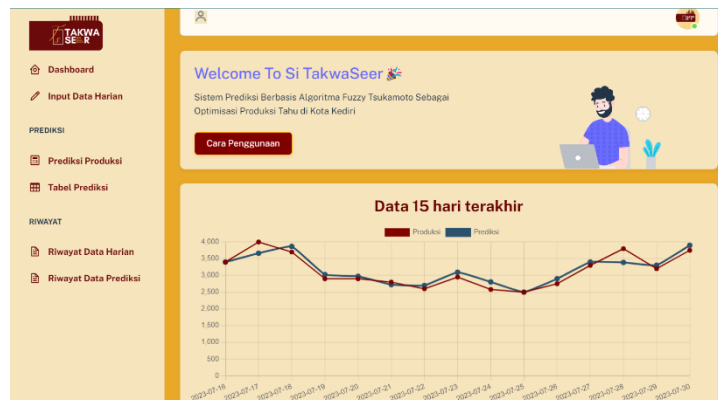
$$= 3304$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan metode *tsukamoto*, maka jumlah produksi tahu takwa yang harus dipenuhi sebanyak 3304 tahu takwa.

3.3. Antar muka

3.3.1. Halaman dashboard

Dashboard merupakan tampilan awal setelah pengguna melakukan login. Pada halaman dashboard ini menampilkan tombol cara penggunaan aplikasi, kemudian terdapat bar chart yang akan menampilkan data selama 15 hari terakhir.



Gambar 2. Tampilan dashboard

3.3.2. Halaman prediksi

Halaman prediksi menampilkan *form* untuk memasukkan data yang diperlukan selama proses perhitungan. Setelah data dimasukkan, pengguna dapat menekan tombol "Hitung" untuk melihat nilai prediksi. Selain itu terdapat dua tombol aksi tambahan yaitu "Detail" dan "Refresh", tombol detail akan menampilkan informasi detail perhitungan prediksi sedangkan tombol refresh akan mengosongkan form sehingga siap digunakan kembali untuk melakukan prediksi baru.



Gambar 3. Tampilan prediksi

3.3.3. Halaman riwayat prediksi

Halaman ini menampilkan data riwayat prediksi pengguna dalam bentuk tabel serta nilai minimum dan maksimum pada setiap variabel.



Gambar 4. Tampilan riwayat prediksi

3.4 Pengujian

Menghitung *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* digunakan untuk membandingkan penentuan jumlah produksi dari data pabrik Tahu Takwa Populer dengan hasil perhitungan prediksi *fuzzy tsukamoto*. Persamaan 7 menunjukkan perumusan kesalahan rata-rata *absolute* dengan Y_t adalah nilai observasi ke t , X_t adalah nilai prediksi pada waktu ke t , dan n adalah jumlah observasi. tabel 3 menunjukkan hasil perbandingan.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - X_t}{Y_t} \right| \times 100\% \quad (7)$$

Tabel 3. Perhitungan MAPE

Tanggal	Produksi	Prediksi	AP
1	2900	3141	8,31
2	2500	2500	0
3	3000	2936	2,13
4	3100	3163	2,03
5	3250	3400	4,61
6	3300	3561	7,90
7	3500	3410	2,57
-	-	-	-
-	-	-	-
30	3750	3900	4
MAPE			4,09

interpretasi 95,90%

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa *MAPE* peramalan jumlah produksi pada pabrik Tahu Populer Takwa sebesar 4.09 sehingga keakuratan sistem prediksi jumlah produksi pada pabrik Tahu Populer Takwa dengan menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* sebesar $100\% - 4.09\% = 95.90\%$.

4. SIMPULAN

Analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa metode *fuzzy Tsukamoto* dapat diterapkan pada sistem prediksi berbasis web yang menggunakan data permintaan dan retur untuk menentukan jumlah produksi pada pabrik Tahu Takwa Populer. Dalam contoh kasus ini, perhitungan prediksi metode *fuzzy Tsukamoto* menunjukkan jumlah produksi tahu takwa terbaik pada pabrik Tahu Takwa Populer adalah 3304. Akurasi hasil prediksi yang diuji dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* memberikan nilai kebenaran sebesar 95,90 persen atau nilai *MAPE* kurang dari 10%. Dengan kata lain, hasil prediksi yang diperoleh dengan metode fuzzy Tsukamoto menunjukkan nilai prediksi yang sangat akurat.

5. SARAN

Penelitian yang dilakukan tentu bukan tanpa kekurangan. Oleh karena itu, perlu memperhatikan beberapa hal untuk pengembangan sistem selanjutnya. Menambahkan data yang digunakan dalam sistem. Penelitian ini hanya menggunakan 30 data bulan Juli 2023 berupa data permintaan, retur dan produksi. Dengan adanya penambahan data sistem, diharapkan dapat meningkatkan keakuratan sistem dalam menghitung jumlah produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. M. B. S. Siti Nurkasanah, "Implementasi Logika Fuzzy untuk Prediksi Hasil Panen Padi dengan Metode Tsukamoto," *Jurnal Rekaya Teknologi Dan Komputasi*, vol. 1, 2022.
- [2] H. H. S. M. Riyadi Yudha Wiguna, "SISTEM BERBASIS ATURAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO UNTUK PREDIKSI JUMLAH PRODUKSI ROTI PADA CV. GENDIS BAKERY," 2015.
- [3] Y. D. H. P. A. Ni Putu Juliya Pradnyawati, "Implementasi Logika Fuzzy Metode Tsukamoto Berbasis Web Untuk Prediksi Jumlah Produksi Jajan Banten," *Jurnal Informatika Atma Jogja*, vol. 1, pp. 9-16, 31 Mei 2023.
- [4] M. M. Niki Ratama, "IMPLEMENTASI METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK DETEKSI DINI AUTISME PADA BALITA BERBASIS ANDROID," *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, pp. 129-139, 18 November 2020.
- [5] N. L. A. A. Nelly Khairani Daulay, "SIMULASI MONITORING PENGATUR KECEPATAN KIPAS ANGIN MENGGUNAKAN SISTEM FUZZY BERBASIS WEB," *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, pp. 66-76, 19 Agustus 2020.