

Tray Inventory Control in Considering Production Planning Using Fuzzy Logic Mamdani Method

[Pengendalian Persediaan Tray dalam Mempertimbangkan Perencanaan Produksi Menggunakan Metode Fuzzy Logic Mamdani]

Mukhammad Rifky Ramadhan¹⁾, Tedjo Sukmono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: thedjoss@umsida.ac.id

Abstract. *The company must have inventory control in maintaining the inventory of goods so that it can run smoothly so that the company's plans or targets can be achieved. The tray company is experiencing a problem of accumulation of goods up to 19% and high storage costs in managing inventory occurs because demand is not decisive. The purpose of this study is to optimise inventory to prevent excess and shortage of stock in tray companies so as to minimise potential losses, so that the right method is needed in overcoming the uncertainty of future demand with the aim of not causing problems in inventory. This research applies the fuzzy mamdani method, which is known as one of the techniques that provides an adaptive approach in overcoming uncertainty and vagueness in data for decision making, allowing the use of linguistic variables and rules that can be adapted to produce more accurate and contextual decisions. The results of fuzzy mamdani calculations using matlab applications can reduce excess inventory with an initial inventory of 3788 while the optimal result of fuzzy logic implementation is 3282, while the number of requests recorded is 3190. Although there is an error rate of 25.83575%. These results are included in the category of good enough in determining the amount of inventory to demand.*

Keywords – Fuzzy Logic ;Fuzzy Logic Mamdani; Inventory Control

Abstrak. *Perusahaan harus memiliki pengendalian persediaan dalam menjaga persediaan barang agar dapat berjalan dengan lancar sehingga rencana atau target perusahaan dapat tercapai. Pada perusahaan tray mengalami masalah penumpukan barang hingga 19% dan biaya penyimpanan yang tinggi dalam mengelola persediaan terjadi karena permintaan yang tidak menentukan. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengoptimalkan persediaan untuk mencegah kelebihan dan kekurangan stok pada perusahaan tray sehingga dapat meminimalkan potensi kerugian, sehingga dibutuhkan metode yang tepat dalam mengatasi ketidakpastian permintaan yang akan datang dengan tujuan tidak terjadinya masalah dalam persediaan. Penelitian ini menerapkan metode fuzzy mamdani, yang dikenal sebagai salah satu teknik yang menyediakan pendekatan adaptif dalam mengatasi ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam data untuk pengambilan keputusan, memungkinkan penggunaan variabel linguistik dan aturan yang dapat diadaptasi untuk menghasilkan keputusan yang lebih akurat dan kontekstual. Hasil dari perhitungan fuzzy mamdani menggunakan aplikasi matlab dapat menurunkan persediaan berlebih dengan persediaan awal 3788 sedangkan hasil optimal implementasi fuzzy logic sebesar 3282, sementara jumlah permintaan tercatat sebanyak 3190. Meskipun terdapat tingkat kesalahan sebesar 25,83575%. Hasil ini termasuk dalam kategori cukup baik dalam menentukan jumlah persediaan terhadap permintaan.*

Kata Kunci- Fuzzy Logic ;Fuzzy Logic Mamdani; Pengendalian Persediaan

I. PENDAHULUAN

Pengendalian persediaan pada perusahaan produksi barang merupakan bagian yang sangat krusial dalam pelaksanaan produksi mencakup komponen bahan mentah, barang dalam tahap pengolahan, produk jadi, dan berbagai macam jenis barang yang diperlukan untuk menjalankan operasional selama proses produksi berlangsung[1]. Salah satu hal yang perlu diberikan perhatian penting dalam setiap perusahaan adalah ketersediaan stok barang atau produk yang optimal. Apabila perusahaan gagal dalam menjaga stok yang optimal maka akan berdampak pada kualitas, permintaan dan kerugian biaya[2]. Pengendalian persediaan penting karena sifat permintaan yang tidak pasti umumnya dipandang sebagai strategi untuk mengurangi ketidakpastian permintaan. Persediaan yang optimal menjadi peran penting dalam upaya memenuhi kebutuhan pelanggan secara akurat dan tepat waktu, perusahaan dapat mengurangi biaya persediaan dengan efisien. Dengan demikian, perusahaan dapat mencapai tujuan-tujuannya[3].

Permasalahan pengendalian persediaan yang dihadapi perusahaan tray mengenai kelebihan barang 598 dari persediaan 3788 sedangkan permintaan hanya 3190 apabila dipersenkan kelebihan 19% dikarenakan oleh permintaan yang tidak menentu. Dalam memenuhi permintaan terkadang perusahaan menghadapi perubahan permintaan seperti

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

perubahan ukuran yang dipesan, kualitas bahan baku yang dipakai, dan keterlambatan pengambilan pesanan tray menyebabkan biaya penyimpanan tinggi yang menjadikan kerugian bagi perusahaan. Hal yang dilakukan dalam menjamin kualitas maka proses produksi menjadi hal utama yang harus diperhatikan, apabila pesanan sudah sampai kepada konsumen pada salah satu produk ada kecacatan maka akan menjadi masalah besar bagi perusahaan menyebabkan pengembalian produk, turunya permintaan, dan kerugian biaya yang timbul dalam melakukan pengembalian. Dengan adanya pengendalian persediaan yang optimal, perusahaan akan terhindar dari pemborosan biaya dan menjamin kelancaran perusahaan menerima pesanan konsumen.

Dari penjelasan yang sudah diutarakan terkait pengendalian persediaan disebabkan oleh kenaikan dan penurunan yang tidak menentu. Upaya dalam mengoptimalkan persediaan agar tidak adanya kerugian mengenai masalah yang tidak pasti perlu metode untuk memecahkan masalah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode logika fuzzy merupakan bentuk logika yang digunakan untuk menganalisis masalah yang melibatkan ketidakpastian, salah satu contohnya adalah proses prediksi. Logika fuzzy dianggap efektif dalam memetakan sebuah input menjadi output dengan tetap mempertimbangkan faktor-faktor yang ada.[4]. Sebuah model dari sebuah sistem yang dapat memperkirakan sejumlah besar proses produksi dapat dicapai dengan memanfaatkan logika fuzzy. Dalam logika fuzzy, ada beberapa metode: metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Sugeno.[5]. Dalam penelitian ini, digunakan metode yang dikenal sebagai mamdani untuk menganalisis informasi baru dan mengambil keputusan berdasarkan skala 0 hingga 1. Metode ini dapat meningkatkan akurasi dan realisme pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan berbagai faktor dan meminimalkan kompromi. Menganalisis berdasarkan pendekatan fuzzy lebih efisien dalam memanfaatkan angka dibandingkan dengan metode peramalan[6].

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada suatu perusahaan industri yang bergerak dibidang panel maker tempat penelitian yang beralamat di desa gunung gansir, kecamatan beji, kabupaten pasuruan. Penelitian ini, yang berlangsung selama 6 bulan dibagi menjadi 3 tingkatan. Diantaranya:

1. Perencanaan:
Pada tahap ini, dilakukan pengusulan judul dan pembuatan proposal untuk memulai penelitian.
2. Pelaksanaan:
Tahap ini melibatkan segala kegiatan di lapangan, termasuk pengambilan data yang diperlukan.
3. Penyelesaian:
Pada tahap penyelesaian dilakukan evaluasi terhadap data yang telah dikumpulkan selama pelaksanaan penelitian.

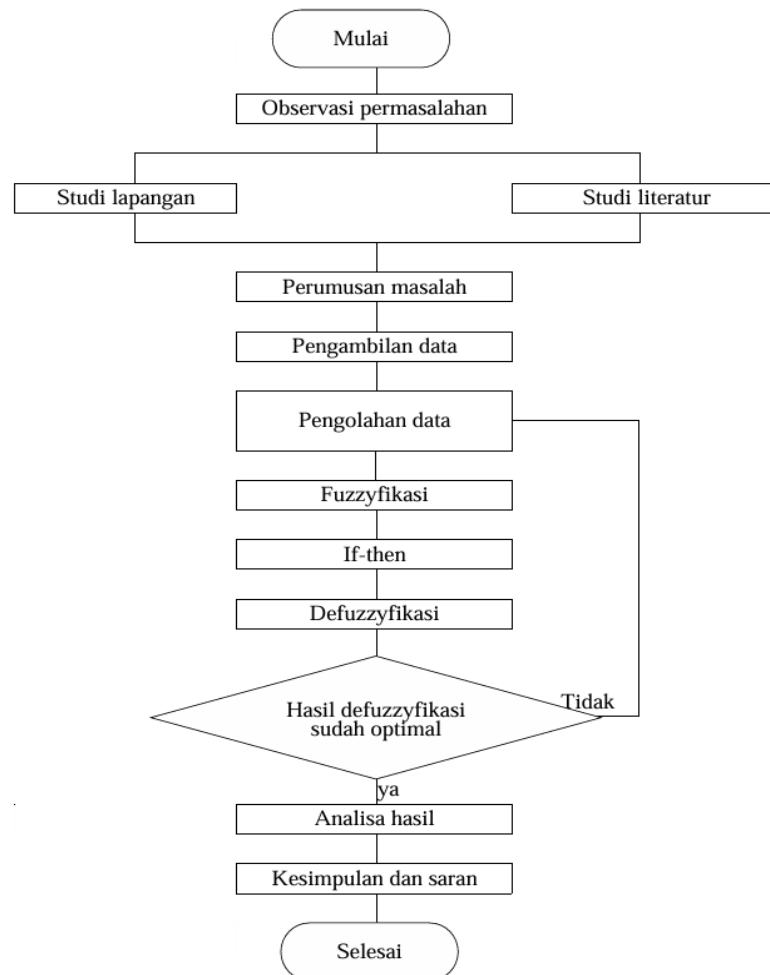
B. Pengambilan Data

Untuk melakukan identifikasi data yang diperlukan dalam perhitungan dan analisis masalah, terdapat beberapa variabel yang harus diperhatikan. Selama proses produksi, berbagai faktor dapat memengaruhi, seperti permintaan, persediaan, dan produksi.

1. Observasi
Observasi dilaksanakan dengan cara memerhatikan setiap aktivitas yang terjadi dalam proses produksi serta mencatat informasi dari pengamatan tersebut untuk memperoleh informasi yang diperlukan termasuk data produksi.
2. Wawancara
Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan kepada perusahaan tray tentang tingkat produksi tray, jumlah permintaan, dan tingkat persediaan.

C. Alur Penelitian

Dalam melakukan pelaksanaan kegiatan penelitian hal yang penting harus diperhatikan yaitu menyusun alur dimana pada tahapan dalam penyelesaian skripsi ada beberapa tahap, sebagai berikut:



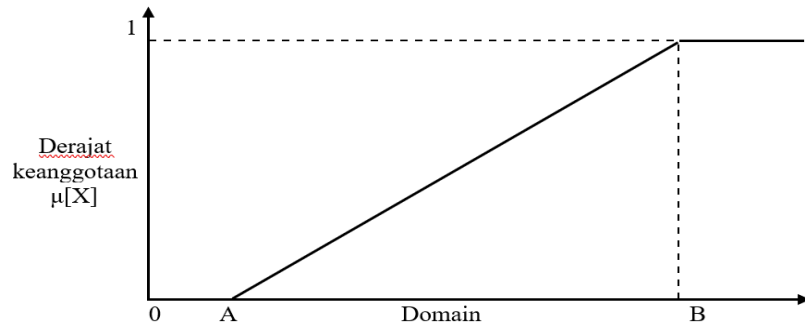
Gambar 1. Diagram Alir.

Berdasarkan fakta permasalahan yang dihadapi perusahaan diperlukan analisis dan pengolahan data untuk menentukan stok barang yang harus tersedia, dalam proses pengolahan bahan baku serta waktu di mana stok persediaan kembali dilakukan peningkatan stok barang. Penentuan masalah dilakukan melalui analisis terhadap penelitian sebelumnya serta kajian literatur dari berbagai sumber buku dan jurnal. Setelah itu, pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi yang dilaksanakan oleh para pakar di bidang manajemen persediaan membutuhkan data yang diperlukan, lengkap, dan akurat untuk pengambilan keputusan dengan menggunakan metode fuzzy mamdani. Metode mamdani menyederhanakan pengambilan keputusan karena disesuaikan dengan naluri manusia. Hasil defuzzyfikasi sudah optimal diperlukan untuk mengetahui tingkat kesalahan apakah hasil sesuai dengan nilai standar kriteria MAPE yang sudah ditentukan. Analisa hasil dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif metode yang digunakan dalam penyelesaian. Kesimpulan dan saran untuk analisa hasil penelitian dan usulan perbaikan.

D. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses transformasi nilai numerik dari data primer menjadi nilai linguistik (nilai fuzzy). Langkah pertama adalah mengkonversi input, yang selalu berupa nilai numerik yang tajam, menjadi derajat keanggotaan berdasarkan himpunan fuzzy yang sesuai. Keluaran dari fuzzyfikasi berupa derajat keanggotaan suatu himpunan linguistik dengan interval. Proses fuzzyfikasi melibatkan pembuatan himpunan fuzzy dengan memanfaatkan fungsi keanggotaan [7]. Fungsi keanggotaan merupakan kurva yang menggambarkan hubungan antara titik-titik data masukan dan nilai-nilai variabel dalam interval 0 dan 1. Fungsi keanggotaan segitiga dengan trapesium adalah fungsi keanggota [8].

1. Representasi Linier Naik, merupakan himpunan dengan nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai yang lebih tinggi, seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Representasi Linier Naik.

Representasi linier naik, fungsi keanggotaannya berbentuk:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots 1$$

Sumber [9]

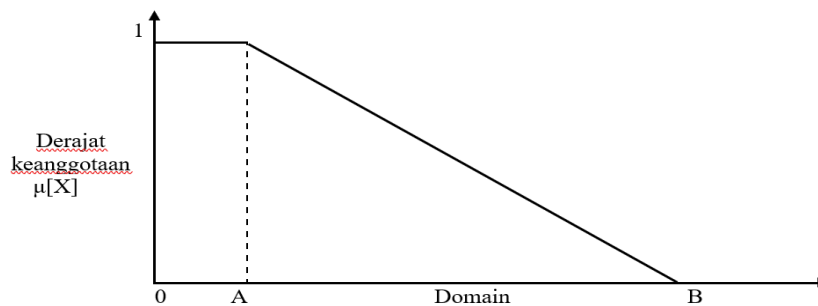
Keterangan :

a = nilai minimum dalam variabel

b = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

2. Representasi Linier Turun, kebalikan dari linier naik yakni nilai domain dimulai dari sisi kiri atau keanggotaan tinggi ke lebih rendah, seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Representasi Linier Turun.

Representasi linier turun, fungsi keanggotaannya ialah:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{x-b}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots 2$$

Sumber [9]

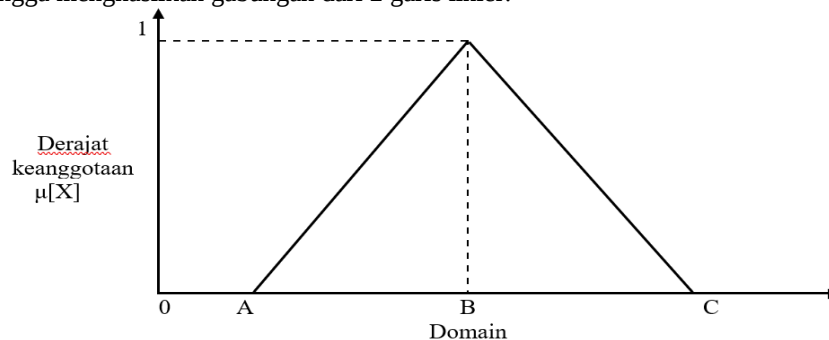
Keterangan :

a = nilai minimum dalam variabel

b = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

3. Representasi Kurva Segitiga (Triangular Membership Function), merupakan gabungan dari kedua representasi sebelumnya sehingga menghasilkan gabungan dari 2 garis linier.



Gambar 4. Representasi Kurva Segitiga.

Representasi kurva segitiga, fungsi keanggotaannya ialah:

$$\text{Segitiga } [x; a, b, c] = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq b \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b < x < c \\ c = x & \end{array} \right\} \dots\dots\dots 3$$

Sumber [9]

Keterangan :

a = nilai minimum dalam variabel

b = nilai maksimum dalam variabel

c = nilai tengah dalam variabel

x = nilai dari variabel

E. IF THEN

IF THEN yakni mengaplikasikan aturan dari hasil input yang diperoleh dari proses *fuzzyfikasi*. Pada tahap ini, dilakukan operasi antara variabel *fuzzy*, yaitu menggabungkan dua atau lebih himpunan *fuzzy* adalah mengkombinasikan mereka[10]. Terdapat tiga operasi dasar yang terlibat dalam proses ini, yaitu:

A. Operator AND

Dalam operator ini, pemilihan himpunan diseleksi melalui proses interseksi. Untuk mendapatkan hasil dari operasi AND, nilai keanggotaan terkecil diantara kedua himpunan dapat diambil.

$$\mu A \cap B = \min(\mu Ax, \mu By)$$

B. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan proses penggabungan pada himpunan. Untuk mendapatkan hasil dari operasi OR, dapat diambil nilai keanggotaan yang paling besar antara dua himpunan.

$$\mu A \cup B = \max(\mu Ax, \mu By)$$

C. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplementer pada suatu himpunan. Nilai keanggotaan elemen dalam himpunan dapat dikurangi satu untuk mendapatkan hasil operasi NOT.

$$\mu A' = 1 - \mu A[x]$$

F. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi adalah proses mengubah hasil keputusan yang masih dalam bentuk fuzzy menjadi variabel numerik yang tidak fuzzy[11]. Ada beberapa metode yang tersedia dalam metode mamdani untuk defuzzyfikasi atau klarifikasi, tetapi penelitian ini memilih untuk menggunakan metode *centroid*. Metode ini melibatkan perhitungan dua parameter utama, yaitu momen dan luas daerah hasil implikasi[12].

$$Z^* = \frac{\int_a^b z \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz} \dots\dots\dots 4$$

Sumber [10]

Keterangan:

Z^* = nilai hasil defuzzyfikasi

Z = nilai *output* pada aturan ke- i

$\mu(z)$ = derajat keanggotaan nilai *output* pada aturan ke- i

II. Hasil dan Pembahasan

A. Analisa Data

Analisis data adalah tahapan paling penting untuk mengembangkan sebuah sistem melibatkan evaluasi dan identifikasi masalah yang ada, desain sistem, dan langkah-langkah yang diperlukan untuk hasil desain yang diinginkan, yang mengarah pada analisis yang diantisipasi. Data yang diambil sesuai jadwal yang ditentukan, sebelum penelitian dalam pengambilan data, perusahaan menerima jasa instalasi panel, pembuatan panel, deffuser, dari berbagai perusahaan lain karena ada pembagian jadwal produksi, Berikut *inventory* perusahaan tray terlihat ditabel 1.

Tabel 1. Data *Inventory* 12 Minggu.

Minggu	Permintaan	Persediaan	Produksi
3/9/2023	262	315	289
10/9/2023	370	260	170
17/9/2023	225	231	280
24/9/2023	187	315	177

Tabel 1. Data *Inventory* 12 Minggu. (Lanjutan...)

Minggu	Permintaan	Persediaan	Produksi
1/10/2023	204	237	343
8/10/2023	200	279	366
15/10/2023	307	399	286
22/10/2023	293	365	173
29/10/2023	354	385	284
5/11/2023	247	338	258
12/10/2023	213	377	243
19/10/2023	328	287	179
Jumlah	3190	3788	3048

Selanjutnya, dilakukan penetapan nilai linguistik yang mencerminkan keadaan atau nilai yang dapat menggambarkan kondisi tertentu dalam suatu himpunan fuzzy. Untuk variabel permintaan, nilai linguistik yang digunakan adalah sedikit, sedang, dan banyak. Variabel produksi juga memiliki nilai linguistik yang sama, yaitu sedikit, sedang, dan banyak, sedangkan variabel persediaan memiliki nilai linguistik yang terdiri dari sedikit, sedang, dan banyak.

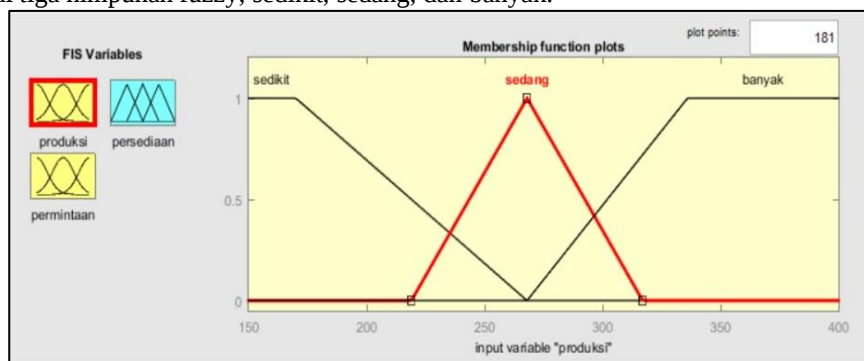
Tabel 2. Penentuan Variabel, Semesta Pembicara, Himpunan Fuzzy dan Domain.

Fungsi	Variabel	Semesta pembicaraan	Nama himpunan fuzzy	Domain	MF type
Input	Produksi	170-366	Sedikit	170 -268	Trapmf
			Sedang	219-268-317	Trimf
			Banyak	268-366	Trapmf
	Permintaan	187-370	Sedikit	187-279	Trapmf
			Sedang	234-279-324	Trimf
			Banyak	279-370	Trapmf
Output	Persediaan	231-399	Sedikit	231-315	Trapmf
			Sedang	273-315-357	Trimf
			Banyak	315-399	Trapmf

Selanjutnya akan didefinisikan fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy dari setiap variabel fuzzy.

1. Produksi

Terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, sedikit, sedang, dan banyak.

**Gambar 5.** Grafik Fuzzy Produksi.

- a. Fungsi keanggotaan pada kurva trapesium (sedikit)

$$\mu_{\text{Produksi sedikit}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 268 \\ \frac{268-x}{268-170}; & 170 < x < 268 \\ 1; & x \geq 170 \end{cases}$$

Keterangan :

170 = nilai minimum dalam variabel

268 = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

- b. Fungsi keanggotaan pada kurva segitiga (sedang)

$$\mu_{\text{Produksi sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 219 \text{ atau } x \geq 317 \\ \frac{x-219}{268-219}; & 219 < x < 268 \\ \frac{317-x}{317-268}; & 268 < x < 317 \\ 268 & \end{cases}$$

Keterangan :

219 = nilai minimum dalam variabel

268 = nilai maksimum dalam variabel

317 = nilai tengah dalam variabel

x = nilai dari variabel

- c. Fungsi keanggotaan pada kurva trapesium (banyak)

$$\mu_{\text{Produksi banyak}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 268 \\ \frac{x-268}{366-268}; & 268 < x < 366 \\ 1; & x \geq 366 \end{cases}$$

Keterangan :

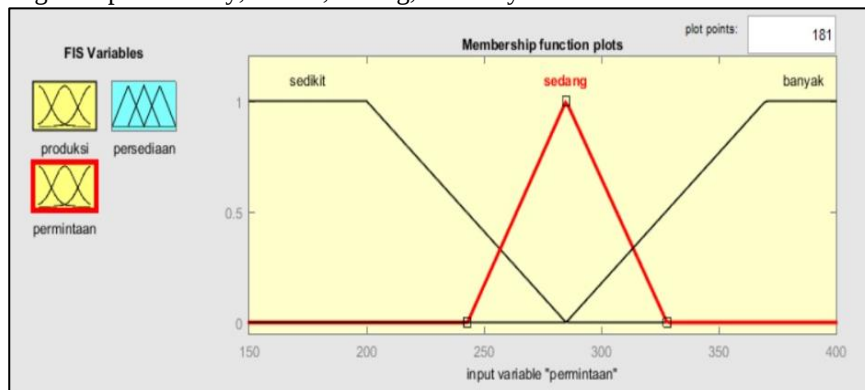
268 = nilai minimum dalam variabel

366 = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

2. Permintaan

Terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, sedikit, sedang, dan banyak.



Gambar 6. Grafik Fuzzy Permintaan.

- a. Fungsi keanggotaan pada kurva trapesium (sedikit)

$$\mu_{\text{Permintaan turun}}[y] = \begin{cases} 0; & x \leq 187 \\ \frac{279-x}{279-187}; & 187 < x < 279 \\ 1; & x \geq 187 \end{cases}$$

Keterangan :

187 = nilai minimum dalam variabel

279 = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

- b. Fungsi keanggotaan pada kurva segitiga (sedang)

$$\mu_{\text{Permintaan normal}}[y] = \begin{cases} 0; & x \leq 234 \text{ atau } x \geq 324 \\ \frac{x-234}{279-234}; & 234 < x < 279 \\ \frac{324-x}{324-279}; & 279 < x < 324 \\ 1; & x = 279 \end{cases}$$

Keterangan :

234 = nilai minimum dalam variabel

279 = nilai maksimum dalam variabel

324 = nilai tengah dalam variabel

x = nilai dari variabel

- c. Fungsi keanggotaan pada kurva trapesium (banyak)

$$\mu_{\text{Permintaan naik}} [y] = \begin{cases} 0; & x \leq 279 \\ \frac{x-279}{370-279}; & 279 < x < 370 \\ 1; & x \geq 370 \end{cases}$$

Keterangan :

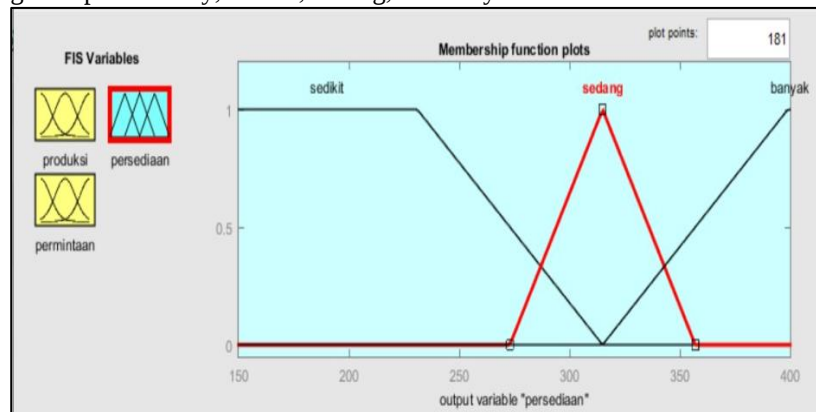
279 = nilai minimum dalam variabel

324 = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

3. Persediaan

Terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, sedikit, sedang, dan banyak.



Gambar 7. Grafik Fuzzy Persediaan.

- a. Fungsi keanggotaan pada kurva trapesium (sedikit)

$$\mu_{\text{Persediaan berkurang}} [z] = \begin{cases} 0; & x \leq 231 \\ \frac{315-x}{315-231}; & 231 < x < 315 \\ 1; & x \geq 315 \end{cases}$$

Keterangan :

231 = nilai minimum dalam variabel

315 = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

- b. Fungsi keanggotaan pada kurva segitiga (sedang)

$$\mu_{\text{Persediaan standar}} [z] = \begin{cases} 0; & x \leq 273 \text{ atau } x \geq 357 \\ \frac{x-273}{315-273}; & 273 < x < 315 \\ \frac{357-x}{357-315}; & 315 < x < 357 \\ 1; & x = 315 \end{cases}$$

Keterangan :

273 = nilai minimum dalam variabel

315 = nilai maksimum dalam variabel

357 = nilai tengah dalam variabel

X = nilai dari variabel

- c. Fungsi keanggotaan pada kurva trapesium (banyak)

$$\mu_{\text{Persediaan bertambah}} [z] = \begin{cases} 0; & x \leq 315 \\ \frac{x-315}{399-315}; & 315 < x < 399 \\ 1; & x \geq 399 \end{cases}$$

Keterangan :

315 = nilai minimum dalam variabel

399 = nilai maksimum dalam variabel

x = nilai dari variabel

B. Metode Mamdani Menggunakan IF-THEN

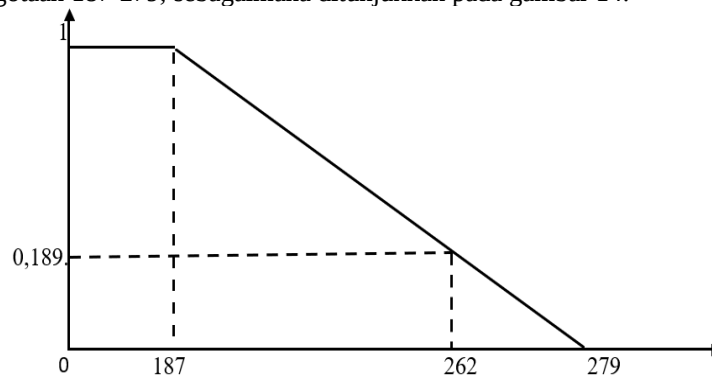
Berdasarkan peraturan FIS, terdapat sembilan aturan yang relevan dan mungkin didasarkan pada pengetahuan yang ada, yaitu:

1. If (produksi is sedikit) and (permintaan is sedikit) then (persediaan is sedikit)
2. If (produksi is sedikit) and (permintaan is sedang) then (persediaan is sedikit)
3. If (produksi is sedikit) and (permintaan is banyak) then (persediaan is sedikit)
4. If (produksi is sedang) and (permintaan is sedikit) then (persediaan is sedikit)
5. If (produksi is sedang) and (permintaan is sedang) then (persediaan is sedang)
6. If (produksi is sedang) and (permintaan is banyak) then (persediaan is banyak)
7. If (produksi is banyak) and (permintaan is sedikit) then (persediaan is banyak)
8. If (produksi is banyak) and (permintaan is sedang) then (persediaan is banyak)
9. If (produksi is banyak) and (permintaan is banyak) then (persediaan is banyak)

C. Fuzzyfikasi

Sebagai proses pertama dalam logika fuzzy, fuzzyfikasi memerlukan penentuan peran setiap variabel input dan kepentingan relatifnya. Berdasarkan interval nilai variabel dan bentuk kurva, setiap variabel ditugaskan ke dalam derajat keanggotaan[13]. Langkah awal fuzzyfikasi melibatkan penentuan derajat keanggotaan setiap variabel:

1. Variabel permintaan terdiri dari tiga kelompok fuzzy, yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Apabila permintaan minggu pertama diketahui mencapai 262 maka nilai linguistiknya adalah sedikit yang terletak pada kurva trapesium fungsi keanggotaan 187-279, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 14:

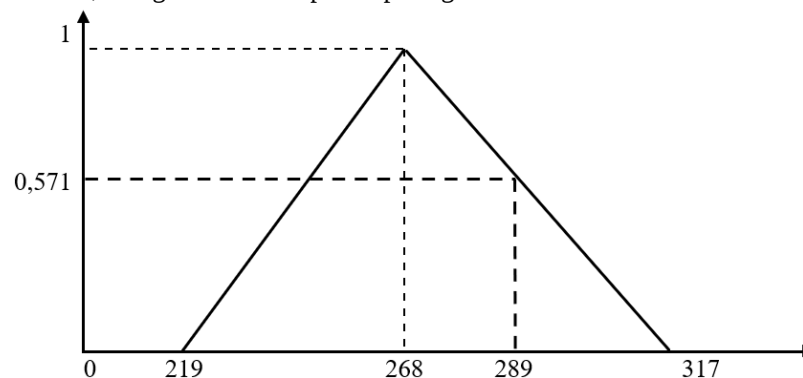


Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Variabel Trapesium Permintaan.

$$\mu_{\text{Permintaan turun}}[y] = \begin{cases} 0; & x \leq 187 \\ \frac{279-262}{279-187}; & 187 < 262 < 279 \\ 1; & x \geq 279 \end{cases}$$

$$\text{Sedikit: } 262 = \frac{279-262}{279-187} = \frac{17}{90} = 0,189$$

2. Variabel input produksi dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Jika produksi pada minggu pertama diketahui mencapai 289, maka masuk dalam nilai linguistik sedang dengan fungsi keanggotaan kurva segitiga 219-268-317, sebagaimana ditampilkan pada gambar 15:



Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Variabel Segitiga produksi.

$$\mu_{\text{Produksi sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 219 \text{ atau } x \geq 317 \\ \frac{x-219}{268-219}; & 219 < x < 268 \\ \frac{317-289}{317-268}; & 268 < 289 < 317 \end{cases}$$

$$\text{Sedang: } 289 = \frac{317-289}{317-268} = \frac{28}{49} = 0,571$$

D. Aturan Implikasi

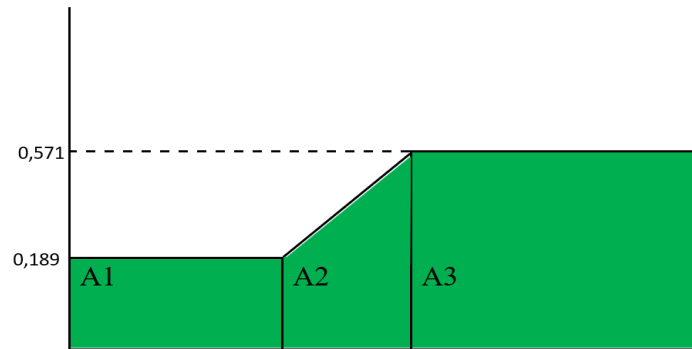
Beberapa aturan yang dipengaruhi oleh tingkat keanggotaan yakni:

[4.] If (produksi is sedang)[289] and (permintaan is sedikit)[262] then (persediaan is sedikit)

α -predikat = If (produksi is sedang)[0,571] and (permintaan is sedikit)[0,189] then (persediaan is sedikit)

E. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi adalah tahap akhir dari perhitungan logika fuzzy, di mana rata-rata nilai dari setiap input dan output yang telah dihitung sebelumnya ditentukan. Penelitian ini berpedoman dengan perhitungan logika mamdani[14]. Metode defuzzyfikasi menggunakan *centroid* atau *Centre Of Area* (COA) di mana area yang akurat ditentukan untuk mendapatkan satu pusat area atau pusat gravitasi[15].



Gambar 10. Daerah Hasil.

Perhitungan nilai T:

$$\frac{t_1-231}{399-231} = 0,189$$

$$t_1 = (0,189 \times 168) + 231 = 327$$

$$\frac{t_2-231}{399-231} = 0,571$$

$$t_2 = (0,571 \times 168) + 231 = 262,733$$

Perhitungan daerah hasil:

$$\mu_{PD}[z] = \begin{cases} 0,189; & z \leq 263 \\ \frac{z-231}{399-231}; & 327 < z < 399 \\ 0,571; & z < 399 \end{cases}$$

$$M1 = \int_0^{263} (0,189) z \, dz = 6536,470$$

$$M2 = \int_{263}^{327} \frac{z-231}{168} z \, dz = 7322,413$$

$$M3 = \int_{327}^{399} (0,571) z \, dz = 14923,656$$

Luas area setiap daerah:

$$A1 = 231 \times 0,189 = 43,659$$

$$A2 = (0,189 + 0,571) \times (327 - 263)/2 = 24,32$$

$$A3 = (399 - 327) \times 0,571 = 41,112$$

Menghitung *Centroid Of Area*

$$ZCOA = \frac{M1 + M2 + M3}{A1 + A2 + A3}$$

$$ZCOA = \frac{6536,47 + 7322,413 + 14923,656}{43,659 + 24,32 + 41,112}$$

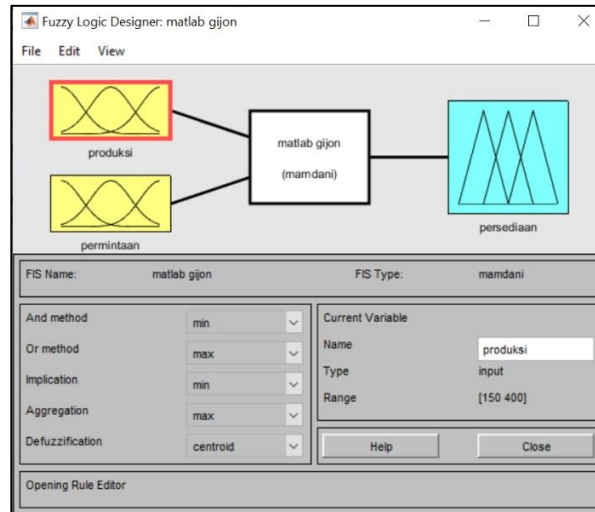
$$ZCOA = \frac{28782,510}{109,091}$$

$$ZCOA = 263,839$$

Hasil defuzzyfikasi menunjukkan bahwa 264 berada di dalam rentang persediaan yang sedikit yaitu 231-315, yang berarti bahwa hasil yang didapat sudah sesuai dengan aturan dan dapat ditentukan

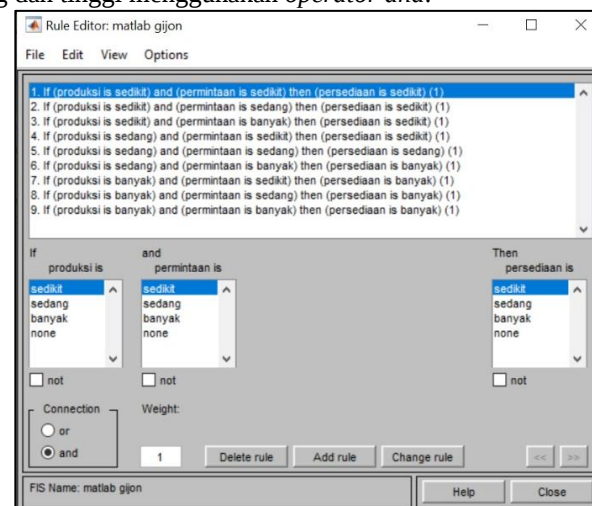
F. Implementasi

Tujuan dari implementasi ini adalah untuk mengkonfirmasi bahwa modul perancangan sistem dapat disesuaikan oleh pengguna selama proses pengembangan sistem. Dalam penelitian ini, peneliti mengimplementasikan logika fuzzy mamdani untuk menetapkan jumlah persediaan[15].



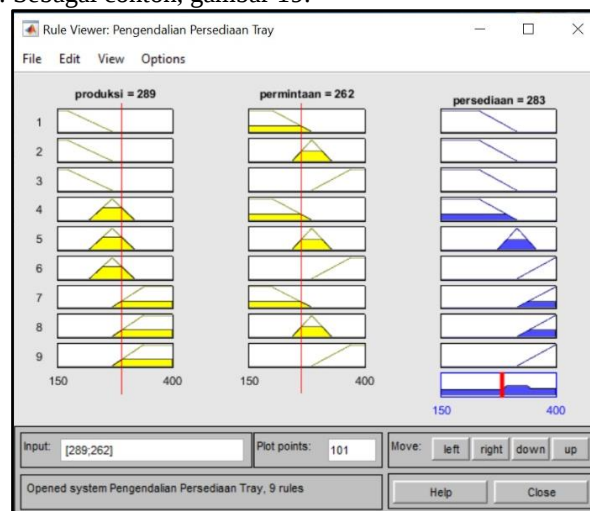
Gambar 11. Input dan Output Variabel Mamdani.

Berikutnya adalah memasukkan aturan berbasis pengetahuan seperti yang ditunjukkan pada gambar 18. Dengan nilai linguistik rendah, sedang dan tinggi menggunakan operator *and*.



Gambar 12. Prinsip Dasar Pengetahuan Mamdani.

Selanjutnya, *Rule Viewer* digunakan untuk melaksanakan dan memeriksa ambang batas hasil defuzzifikasi yang didasarkan pada data masukan. Sebagai contoh, gambar 19.



Gambar 13. Rule Viewer Mamdani.

Hasil implementasi defuzzyfikasi menunjukkan bahwa 283 berada di dalam rentang persediaan yang sedikit yaitu 231-315, yang berarti bahwa hasil yang didapat sudah sesuai dengan aturan dan dapat ditentukan.

G. Perbandingan Hasil

Perbandingan dengan data persediaan dengan hasil fuzzy untuk mengetahui sistem kesalahan melambangkan ketidakakuratan prediksi. Perbandingan ini digunakan untuk mengevaluasi efektivitas dan keandalan sistem prediksi distribusi dikembangkan dengan algoritma fuzzy mamdani[16]. Untuk menilai akurasi metode dalam mengevaluasi hasil produksi, perhitungan dapat dilakukan dengan memanfaatkan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Tabel 3. Kriteria Nilai MAPE Rata- Rata

Nilai MAPE	Kriteria
< 10%	Sangat Baik
10% – 20%	Baik
20% – 50%	Cukup
> 50%	Buruk

Untuk analisis dan hasil nilai MAPE rata-rata dapat dijelaskan secara rinci pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Perbandingan Hasil

Minggu	Permintaan	Persediaan (A1)	Fuzzy (F1)	((A1 – F1))	$\left(\frac{A1 - F1}{A1}\right)$
3/9/2023	262	315	283	32	0,101587
10/9/2023	370	260	213	47	0,180769
17/9/2023	225	231	236	5	0,021645
24/9/2023	187	315	214	101	0,320635
1/10/2023	204	237	372	135	0,569620
8/10/2023	200	279	372	93	0,333333
15/10/2023	307	399	333	66	0,165414
22/10/2023	293	365	216	149	0,408219
29/10/2023	354	385	370	15	0,038961
5/11/2023	247	338	229	109	0,322485
12/10/2023	213	377	222	155	0,411141
19/10/2023	328	287	222	65	0,226481
Jumlah	3190	3788	3282	972	3,10029

Dari hasil perbandingan jumlah data awal permintaan 3190, jumlah persediaan data awal sebesar 3788, sedangkan jumlah hasil persediaan fuzzy sebesar 3282 terdapat penurunan kelebihan stok 506.

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \sum_{i=0}^n \left| \frac{(A1 - F1)}{A1} \right| \times 100\% \\
 &= \frac{3,10029}{12} \times 100\% \\
 &= 25,83575\%
 \end{aligned}$$

Hasil MAPE rata-rata menunjukkan bahwa nilai kesalahan mencapai 25,83575%, hasil ini tergolong dalam kriteria yang cukup. Dengan hasil fuzzy melambangkan efektivitas dan keandalan sistem prediksi algoritma fuzzy mamdani.

III. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengendalian persediaan tray dalam mempertimbangkan perencanaan produksi menggunakan metode *fuzzy logic* mamdani menunjukkan bahwa pengendalian persediaan melalui *fuzzy logic* Mamdani memberikan hasil yang akurat. Hal ini terbukti dengan penurunan tingkat kelebihan barang dari persediaan awal sebanyak 3788 sedangkan hasil optimal implementasi fuzzy logic sebesar 3282, sementara jumlah permintaan tercatat sebanyak 3190. Meskipun terdapat tingkat kesalahan sebesar 25,83575%, dan tergolong dalam kategori cukup. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa metode ini dapat diterapkan dengan efektif dalam pengelolaan persediaan tray dan dapat dijadikan rekomendasi perusahaan dalam mengendalikan persediaan karena dapat membantu menurunkan biaya penyimpanan, dan tenaga kerja terhadap persediaan berlebihan.

IV. Ucapan Terimakasih

Syukur Alhamdulillah, kita panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan petunjuk-Nya yang melimpah dalam menyelesaikan artikel ini. Pertama-tama, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada pembimbing saya yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penulisan artikel ini. Saya juga berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan berkontribusi dalam penyelesaian artikel ini, termasuk orang tua, sahabat, dan teman-teman. Selain itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak pembimbing lapangan yang telah memberikan izin dan fasilitas untuk melaksanakan penelitian ini.

Referensi

- [1] A. Wahid and M. Munir, "Economic Order Quantity Istimewa pada Industri Krupuk 'Istimewa' Bangil," vol. 02, pp. 1–8, 2020.
- [2] R. D. Yudianingrum, "Penentuan Persediaan Optimal Packing Material Menggunakan Metode Fis Mamdani Pada Perusahaan Tekstil Di Jawa Tengah," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 3, p. 194, 2020, doi: 10.24912/jitiuntar.v8i3.7653.
- [3] R. Hany, N. Khairani, and U. N. Medan, "Perencanaan Kebijakan Persediaan Vaksin Booster Dengan Metode Continuous Review (,) Untuk Mengurangi Overstock Di Rumah Sakit Tentara Kota Pematangsiantar," 2023.
- [4] M. F. Rahman and F. Yanti, "Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimisasi Produksi Mebel Menggunakan Metode Mamdani," vol. 1, no. 3, pp. 172–181, 2023.
- [5] A. Nisa and K. Harefa, "Penerapan Metode Fuzzy Inference System Untuk Memprediksi Jumlah Pembelian Stok Barang (Studi Kasus: Toko Yanto Grosir)," *J. Ilmu Komput. dan Pendidik.*, vol. 1, no. 4, pp. 939–953, 2023, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [6] S. Maryam, E. Bu, and E. Hatmi, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Mobil Bekas," vol. 1, no. 1, pp. 10–14, 2021.
- [7] S. N. Putri and D. R. S. Saputro, "Construction fuzzy logic with curve shoulder in inference system mamdani," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1776, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1776/1/012060.
- [8] M. A. Firdiansyah and B. I. Putra, "Application Of Optimization Of Sunco Cooking Oil Planning In Alfamidi Minimarket Using Tsukamoto Method Penerapan Optimasi Perencanaan Persediaan Minyak Goreng Sunco Di Minimarket Alfamidi Menggunakan Metode Tsukamoto," vol. 1, no. 2, 2021.
- [9] R. T. Subagio, P. Sokibi, and R. R. Hartoyo, "Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Bonus Karyawan Menggunakan Metode Fuzzy Logic (Studi Kasus: Pt. Jaya Raya)," *J. Digit.*, vol. 9, no. 1, p. 71, 2019, doi: 10.51920/jd.v9i1.134.
- [10] R. N. Al-faruq *et al.*, "Prediksi produksi rokok klobot menggunakan metode logika fuzzy mamdani," pp. 1–7, 2023.
- [11] D. Farhan and F. Sulianta, "Implementation of Fuzzy Tsukamoto Logic To Determine the Number of Seeds Koi Fish in the Sukamanah Cianjur Farmer'S Group," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 187–198, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.1.477.
- [12] M. Dary Daffa Haque, "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Optimasi Persediaan Stok Makanan Hewan," *Media Online*, vol. 4, no. 1, pp. 427–437, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.1160.
- [13] "View of Sistem Pemberian Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino.pdf."
- [14] D. N. Atika and T. Sukmono, "Analysis Of Inventory Control Panel On Demand Using Fuzzy Inventory Control Method Analisa Pengendalian Persediaan Panel Terhadap Permintaan Menggunakan Metode Fuzzy Inventory Control," pp. 1–12.
- [15] R. Septiani and I. G. Waluyo, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Titik Kebakaran Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Iot Pada Mts Al-Dzikri," *OKTAL J. Ilmu Komput. dan ...*, vol. 2, no. 2, pp. 450–459, 2023, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal/article/view/1065%0Ahttps://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal/article/download/1065/943>
- [16] L. F. Narulita and Q. I. Ahmad, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Prediksi Produksi Barang," vol. 2, no. 1, pp. 1016–1026, 2024.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.