

Penerapan Algoritma Logika Fuzzy Mamdani Untuk Optimalisasi Stok Dari Berbagai Jenis Spareparts Handphone

Nadia Muntaja, Sriani*

Sains dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: ¹muntajanadia@gmail.com, ^{2,*}sriani@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: sriani@uinsu.ac.id

Submitted: 21/08/2024; Accepted: 26/08/2024; Published: 26/08/2024

Abstrak—Manajemen inventaris yang efektif sangat penting bagi bisnis yang bergerak di bidang suku cadang handphone, di mana tingkat stok yang akurat berdampak langsung pada efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Metode manajemen stok tradisional seringkali tidak memadai dalam menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam peramalan permintaan. Dalam industri perbaikan dan distribusi handphone, permintaan spareparts sangat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti peluncuran model baru, tingkat kerusakan perangkat, dan tren pasar yang berubah-ubah. Sistem manajemen stok konvensional sering kali gagal menangani variabilitas ini, mengakibatkan masalah seperti kehabisan stok (stock-out) yang merugikan pelanggan, atau stok berlebih (overstocking) yang meningkatkan biaya penyimpanan dan risiko kadaluarsa. Penelitian ini mengatasi masalah tersebut dengan menerapkan metode Fuzzy Mamdani untuk mengoptimalkan inventaris suku cadang. Penelitian ini berfokus pada transformasi data stok tegas menjadi data masukan fuzzy untuk meningkatkan akurasi prediksi. Data dari UD.WSP untuk tahun 2023 difuzzifikasi dengan memasukkan variabel seperti stok awal, jumlah yang terjual, dan tambahan stok, dengan variabel output berupa tingkat stok akhir. Adapun beberapa jenis sparepart yang akan dianalisis adalah LCD, baterai, charger, anting, speaker, RAM, flex cable, kamera belakang, kamera depan dan SIM tray. Penerapan metode Fuzzy Mamdani menghasilkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 11%, yang menunjukkan tingkat akurasi prediksi yang baik. Temuan ini membuktikan bahwa metode Fuzzy Mamdani merupakan solusi yang layak untuk mengoptimalkan manajemen stok suku cadang, menawarkan pendekatan canggih dalam mengelola inventaris di tengah ketidakpastian.

Kata Kunci: Fuzzy Mamdani; Optimasi Stok; Spareparts; Handphone

Abstract—Effective inventory management is crucial for businesses in the mobile phone spare parts industry, where accurate stock levels directly impact operational efficiency and customer satisfaction. Traditional stock management methods are often inadequate in dealing with the uncertainty and complexity of demand forecasting. In the mobile phone repair and distribution industry, demand for spare parts varies significantly depending on factors such as new model launches, device failure rates, and fluctuating market trends. Conventional stock management systems often fail to handle this variability, leading to issues like stock-outs, which harm customer satisfaction, or overstocking, which increases storage costs and the risk of obsolescence. This research addresses these challenges by applying the Fuzzy Mamdani method to optimize spare parts inventory. The study focuses on transforming crisp stock data into fuzzy inputs to improve prediction accuracy. Data from UD.WSP for the year 2023 is fuzzified by incorporating variables such as initial stock, sales volume, and additional stock, with the output variable being the final stock level. The spare parts analyzed include LCDs, batteries, chargers, screen protectors, speakers, RAM, flex cables, rear cameras, front cameras, and SIM trays. The application of the Fuzzy Mamdani method resulted in a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 11%, indicating a high level of prediction accuracy. These findings demonstrate that the Fuzzy Mamdani method is a viable solution for optimizing spare parts inventory management, offering an advanced approach to managing inventory amidst uncertainty.

Keywords: Fuzzy Mamdani; Stock Optimization; Spareparts; Handphone

1. PENDAHULUAN

Ketatnya persaingan dalam dunia bisnis mengharuskan pelaku usaha untuk terus mengembangkan strategi yang adaptif, termasuk dalam manajemen inventaris yang efektif. Dalam bisnis penjualan suku cadang handphone, ketepatan dalam pengelolaan stok sangat penting, karena stok yang akurat berdampak langsung pada efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Metode manajemen stok tradisional sering kali tidak memadai untuk menangani kompleksitas dan ketidakpastian dalam peramalan permintaan, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti peluncuran model baru, tingkat kerusakan perangkat, dan tren pasar yang berubah. Dengan berkembangnya teknologi informasi, banyak pesaing yang mampu memanfaatkan teknologi canggih untuk mengoptimalkan operasional mereka, termasuk dalam manajemen stok. Oleh karena itu, diperlukan sumber daya manusia (SDM) yang terampil dan sistem berbasis teknologi yang mampu mengelola variabilitas permintaan secara efektif. Salah satu usaha yang semakin populer dalam menghadapi era modern ini adalah bisnis penjualan elektronik, di mana teknologi memainkan peran kunci dalam memastikan keberhasilan operasional di tengah persaingan yang ketat [1].

Dalam menjalankan sebuah badan usaha, perusahaan memerlukan produk yang harus selalu tersedia ketika konsumen membutuhkannya. Ketersediaan produk tentu akan berkaitan dengan bagaimana perusahaan mengendalikan dan mengatur stok barang di gudang penyimpanan. Pengaturan atau controlling yang baik akan menghasilkan loyalitas konsumen yang merupakan keuntungan bagi perusahaan. Selain itu perencanaan persediaan juga akan mempengaruhi aktivitas sehari – hari perusahaan tersebut [2].

Persediaan perlu dikendalikan agar memberikan stok yang selalu tersedia kapanpun dibutuhkan. Jika persediaan tidak dapat dikendalikan maka akan menghasilkan kondisi dimana perusahaan akan kekurangan stok sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen atau kelebihan stok yang mengakibatkan penumpukan digudang penyimpanan [3]. Penumpukan barang baik produk jadi atau bahan baku akan mengurangi ketersediaan ruang yang dapat dimanfaatkan oleh perusahaan. Penumpukan produk atau barang juga akan membuat perusahaan harus menumpuk modal bisnis yang seharusnya dapat dipergunakan [4]

Menurut A. H. Elyas dan J. Prayoga, [5] Sparepart merupakan alat yang dapat mendukung pengadaan barang dalam membantu kegiatan produksi". Suku cadang adalah faktor utama yang dapat menentukan jalannya kegiatan produksi pada perusahaan. Oleh sebab itu suku cadang memiliki peranan yang sangat penting dalam serangkaian aktivitas perusahaan [6].

Salah satu metode pengoptimalan persediaan bahan makanan yang dapat digunakan adalah metode fuzzy logic mamdani. Metode ini diyakini dapat mengatasi permasalahan ketidakpastian dan kompleksitas dalam masalah pengoptimalan [7]. Dengan melakukan penerapan metode ini, harapan nantinya adalah pemilik usaha petshop ini dapat memaksimalkan keuntungan dari penjualan makanan hewan kering dengan cara meminimalkan jumlah stok yang tidak terjual dan memaksimalkan jumlah stok makanan hewan yang terjual [8]

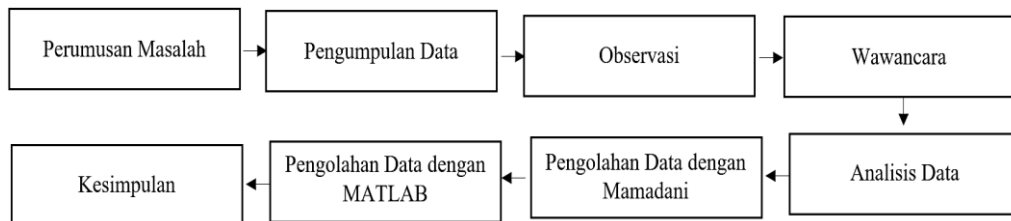
Penelitian terdahulu pernah dilakukan oleh M. Dary Daffa Haque [9] yang membahas tentang penggunaan metode mamdani untuk optimasi stok persediaan makanan hewan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model logika Fuzzy Mamdani dapat mengoptimalkan stok. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan diteliti adalah topik yang dibahas dalam penelitian sebelumnya membahas tentang penggunaan metode fuzzy mamdani untuk optimasi persediaan stok makanan hewan, sementara pada penelitian yang akan diteliti akan membahas tentang penerapan metode fuzzy mamdani untuk optimalisasi stok spareparts handphone. Objek yang akan diteliti pada penelitian sebelumnya adalah optimasi persediaan stok makanan hewan, sedangkan pada penelitian yang akan diteliti adalah optimalisasi stok spareparts handphone.

Kemudian pada penelitian lain yang dilakukan oleh V. M. Nasution dan G. Prakarsa [10] memiliki perbedaan dengan penelitian yang akan diteliti adalah topik yang dibahas. Dalam penelitian sebelumnya membahas tentang penggunaan metode fuzzy mamdani untuk optimasi produksi barang , sementara pada penelitian yang akan diteliti akan membahas tentang penerapan metode fuzzy mamdani untuk optimalisasi stok spareparts handphone. Objek yang akan diteliti pada penelitian sebelumnya adalah optimasi produksi barang , sedangkan pada penelitian yang akan diteliti stok spareparts handphone. Variabel yang digunakan pada penelitian sebelumnya menggunakan variable input yang berupa barang yang laku, barang yang tersisa, dan pembahasan barang, sedangkan pada penelitian yang akan diteliti menggunakan variable input stok awal, spareparts yang terjual dan penambahan spareparts. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sulistyio [11], memperoleh hasil bahwa penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto di PT Volta Indonesia Semesta berhasil meningkatkan akurasi prediksi produksi dengan MAPE sebesar 8,2%. Sistem ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan perencanaan produksi, mengurangi biaya persediaan, dan merespons permintaan pasar dengan lebih baik. Sedangkan penelitian oleh Safitri [12], penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto efektif dalam mengoptimalkan produksi mie pedas dengan memperhitungkan variabel permintaan, persediaan, dan jumlah produksi. Meskipun terdapat kendala terkait kualitas data, metode ini berhasil menghasilkan jumlah produksi yang sesuai dengan tingkat kepedasan yang diinginkan konsumen. Penerapan metode ini diharapkan meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan di warung mie pedas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Data yang digunakan untuk proses analisis adalah data stok yang diperoleh secara langsung dari UD WSP. Gambar 1 dibawah ini merupakan diagram alur proses penelitian yang akan dilakukan



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan pada proses penelitian ini. Berikut adalah penjelasan dari kerangka penelitian pada gambar 1 :

a. Perumusan Masalah

Menganalisis masalah. Pada UD. WSP kerap kali terjadi masalah pada manajemen stok seperti terjadinya kekurangan stok dan penimbunan stok.

- b. Pengumpulan Data
Untuk memperoleh pengumpulan data dan informasi dalam pengolahan data, perlu adanya pengumpulan data, pengumpulan data dilakukan dengan 2 cara yaitu, wawancara dan observasi.
 - 1. Wawancara (Interview)
 - 2. Pengamatan (Observasi)
- c. Analisis Data
Setelah data terkumpul, selanjutnya yang harus di lakukan adalah menganalisis data untuk menyesuaikan model data yang dibutuhkan oleh algoritma.
- d. Pengolahan data
Setelah proses analis data, tahap selanjutnya adalah pengolahan data yang di lakukan dengan bantuan aplikasi Matlab.
- e. Kesimpulan
Dalam pengambilan kesimpulan diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti. Penarikan kesimpulan dilakukan peneliti agar penelitian ini kedepannya akan menjadi bahan informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya yang akan datang.

2.2 Variabel Penelitian

Untuk mencapai sistem yang baik dan handal dibutuhkan perencanaan yang baik pula. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari UD.WSP.Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengujian Variabel

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy
Input	Stok Awal	Sedikit Sedang Banyak
	Stok Yang Terjual	Sedikit Sedang Banyak
	Tambah Stok Spareparts	Sedikit Sedang Banyak
Output	Keputusan tentang seberapa banyak stok suku cadang yang harus disiapkan untuk memenuhi permintaan pasar dengan mempertimbangkan ketersediaan modal dan tersedia dan faktor – faktor lain yang relevan.	Rendah Sedang Tinggi

Pada tabel. 1 merupakan gambaran data yang akan diperlukan dalam penelitian, dimana data yang didapatkan akan di implementasikan dedalam metode fuzzy madani, penelitian ini akan melakukan perhitungan menggunakan metode fuzzy mamdani dengan variabel yang telah ditentukan oleh peneliti. Dilanjutkan dengan mengaplikasikannya ke *software* matlab.

Program Matlab sangat cocok digunakan untuk aplikasi Sains, karena memiliki hasil yang lebih akurat dibandingkan menghitung secara manual. Selain itu Matlab juga memiliki kemampuan grafis yang sangat baik. Matlab adalah suatu software yang dapat membantu kita untuk melakukan perhitungan matematik, analisis data, mengembangkan algoritma, melakukan simulasi dan pemodelan, serta menyajikannya dalam bentuk grafis [13]

2.3 Proses Algoritma Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah ilmu yang mempelajari tentang ketidakpastian. Tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada Logika Fuzzy dianggap mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output.logika Fuzzy dianggap sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data – data yang ada. Logika Fuzzy merupakan peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran Sebagian. Saat logika klasik menyatakan sebagai hal dapat didefinisikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran Boolean dengan Tingkat kebenaran [14]. Fungsi keanggotaan (*membership Function*) pada logika fuzzy adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi [15]. Beberapa fungsi keanggotaan adalah representasi linear dan representasi kurva bahu [16].

Sistem inferensi fuzzy merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk IF-THEN, dan penalaran fuzzy. Dalam penalaran infrensi fuzzy terdapat 3 metode yaitu mamdani, tsukamoto dan sugeno [17]. Dalam penelitian ini , metode mamdani digunakan, keunggulan metode Mamdani adalah pemahaman yang mudah dan perhitungan yang mudah [18] karena repsentasi inputan ke dalam

mesin yang sederhana, metode ini mudah dipahami dan diterima oleh manusia. Berikut ini adalah penjelasan tahapan fuzzy mamdani

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzyfikasi)

Variabel input dan variable output dimasukkan ke dalam himpunan fuzzy agar dapat digunakan untuk menghitung nilai kebenaran premis pada setiap aturan. Selain itu, keduanya dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy [19].

2. Inferensi

Basis pengetahuan terdiri dari Kumpulan aturan dengan pernyataan “JIKA” anteseden adalah prosedur yang mengikuti kata “JIKA..” sedangkan kata “MAKA..” disebut sebagai kata konsekuen. Untuk aturan, pengetahuan pakardiperlukan. Jenis peraturan yang biasa digunakan adalah: JIKA x adalah A MAKA y adalah B [20].

3. Komposisi Aturan

Metode ini dicapai dengan menentukan nilai Tingkat keanggotaan Cara ini didapatkan dengan mengambil nilai maksimum derajat keanggotaan berdasarkan output dari setiap rule yang sama, kemudian nilai tersebut membentuk daerah hasil komposisi beserta fungsinya digunakan untuk proses selanjutnya [21]

4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzyfication adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy. Sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Jadi, jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil Suatu nilai kritis tertentu sebagai output dapat dikatakan difuzzyfication merupakan langkah mengkonversi nilai fuzzy dari hasil komposisi aturan ke dalam sebuah bilangan crisp. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode centroid [22]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

Analisis data adalah upaya atau metode untuk mengubah data menjadi informasi sehingga karakteristiknya dapat dipahami dan digunakan untuk memecahkan masalah. Tujuan utama analisis data adalah untuk menemukan pola, tren, dan hubungan dalam data yang diolah. Data yang adalah data yang telah diproses dari UD.WSP. Dimana data tersebut merupakan stok awal, stok terjual, Tambahan, dan stok akhir yang merupakan laporan dari penjualan di tahun 2023. Data tersebut dapat dilihat dari tabel 2.

Tabel 2. Data stok dan penjualan tahun 2023

Nama Spareparts	Stok Awal	Terjual	Tambahan Stok	Stok Akhir
LCD	500	400	200	300
Baterai	700	650	280	330
Charger	1000	850	400	550
Antigores	1000	1000	400	400
speaker	500	450	200	250
RAM	500	450	200	250
Flex Cable	400	350	160	210
Kamera Belakang	350	250	140	240
Kamera Depan	320	270	128	178
SIM Tray	300	280	120	140

Dari masing - masing variabel tersebut akan dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy. Adapun fungsi keanggotaan sebagai berikut.

a. Variabel Stok Awal

Ditemukan jumlah minimum barang terjual sebesar 300 dan jumlah maksimum 1000. Terdapat tiga himpunan dalam variabel stok awal yaitu Sedikit, Sedang, Banyak, dengan membagi ketiga daerah variabel tersebut secara sama besar. Semesta pembicaraan untuk variabel stok awal adalah rentang 0 hingga 1000.

Tabel 3. Himpunan Variabel Stok Awal

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Interval	Domain
Stok Awal	Sedikit		0 - 300 - 650
	Sedang	0 - 1000	300 - 650 - 1000
	Banyak		650 - 1000 - 1000

Berdasarkan tabel 3, dari data jumlah terjual terkecil dan terbesar, fungsi keanggotaan didasarkan pada representasi naik, segitiga, dan turun sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq 300 \\ \frac{650-x}{650-300}; & 300 < x \leq 650 \\ 0; & x > 650 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 300 \text{ atau } x > 1000 \\ \frac{x-300}{650-300}; & 300 \leq x \leq 650 \\ \frac{1000-x}{1000-650}; & 650 < x \leq 1000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 650 \\ \frac{x-650}{1000-650}; & 650 \leq x \leq 1000 \\ 1; & x \geq 1000 \end{cases}$$

b. Variabel Terjual

Ditemukan minimum barang terjual sebesar 250 dan jumlah maksimum 1000. Terdapat tiga himunan dalam variabel stok awal yaitu Sedikit, Sedang, Banyak, dengan membagi ketiga daerah variabel tersebut secara sama besar. Semesta pembicaraan untuk variabel stok awal adalah rentang 0 hingga 1000.

Tabel 4. Himpunan Variabel Terjual

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Interval	Domain
Terjual	Sedikit	0 - 1000	0 - 250 - 625
	Sedang		250 - 625 - 1000
	Banyak		625 - 1000 - 1000

Berdasarkan tabel 4. dari data harga per item terkecil dan terbesar, fungsi keanggotaan didasarkan pada representasi naik, segitiga, dan turun sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq 250 \\ \frac{625-x}{625-250}; & 250 < x \leq 625 \\ 0; & x > 625 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 250 \text{ atau } x > 1000 \\ \frac{x-250}{625-250}; & 250 \leq x \leq 625 \\ \frac{1000-x}{1000-625}; & 625 < x \leq 1000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 625 \\ \frac{x-625}{1000-625}; & 625 \leq x \leq 1000 \\ 1; & x \geq 1000 \end{cases}$$

c. Variabel Tambahan

Ditemukan tambahan minimum barang terjual sebesar 120 dan jumlah maksimum 400. Terdapat tiga himunan dalam variabel stok awal yaitu Sedikit, Sedang, Banyak, dengan membagi ketiga daerah variabel tersebut secara sama besar. Semesta pembicaraan untuk variabel stok awal adalah rentang 0 hingga 400.

Tabel 5. Himpunan Variabel Tambahan

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Interval	Domain
Tambahan	Sedikit	0 - 400	0 - 120 - 260
	Sedang		120 - 260 - 400
	Banyak		260 - 400 - 400

Berdasarkan tabel 5., dari data tambahan terkecil dan terbesar, fungsi keanggotaan didasarkan pada representasi naik, segitiga, dan turun sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq 120 \\ \frac{260-x}{260-120}; & 120 < x \leq 260 \\ 0; & x > 260 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 120 \text{ atau } x > 400 \\ \frac{x-120}{260-120}; & 120 \leq x \leq 260 \\ \frac{400-x}{400-260}; & 260 < x \leq 400 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 260 \\ \frac{x-260}{400-260}; & 260 \leq x \leq 400 \\ 1; & x \geq 400 \end{cases}$$

d. Variabel Stok

Ditemukan harga per item minimum barang terjual sebesar 140 dan jumlah maksimum 550. Terdapat tiga himpunan dalam variabel stok awal yaitu Sedikit, Sedang, Banyak, dengan membagi ketiga daerah variabel tersebut secara sama besar. Semesta pembicaraan untuk variabel stok awal adalah rentang 0 hingga 550.

Tabel 6. Himpunan Variabel Stok

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Interval	Domain
Tambahkan	Sedikit	0 - 550	0 - 140 - 345
	Sedang		140 - 345- 550
	Banyak		345 - 550 - 550

Berdasarkan tabel 6, fungsi keanggotaan didasarkan pada representasi naik, segitiga, dan turun sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq 140 \\ \frac{345-x}{345-140}; & 140 < x \leq 345 \\ 0; & x > 345 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 140 \text{ atau } x > 550 \\ \frac{x-140}{345-140}; & 140 \leq x \leq 345 \\ \frac{550-x}{550-345}; & 345 < x \leq 400 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 345 \\ \frac{x-345}{550-345}; & 345 \leq x \leq 550 \\ 1; & x \geq 550 \end{cases}$$

3.2 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Berdasarkan bentuk umum yang terdapat ada aturan dasar fuzzy mamdani dan jumlah dari himpunan fuzzy dari masing – masing variabel input, maka dapat dibentuk 27 rule fuzzy yang mungkin terjadi. Adapun atura-aturan tersebut dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Aturan Fuzzy

No	Variabel			Output Stok
	Terjual	Harga per Item	Profit	
R1	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit
R2	Sedikit	Sedikit	Sedang	sedang
R3	Sedikit	Sedikit	Banyak	banyak
R4	Sedikit	Sedang	Sedikit	sedikit
R5	Sedikit	Sedang	Sedang	sedikit
R6	Sedikit	Sedang	Banyak	sedang
R7	Sedikit	Banyak	Sedikit	sedikit
R8	Sedikit	Banyak	Sedang	sedikit
R9	Sedikit	Banyak	Banyak	sedang
R10	Sedang	Sedikit	Sedikit	sedang
..
R25	Banyak	Banyak	Sedikit	sedikit
R26	Banyak	Banyak	Sedang	banyak
R27	Banyak	Banyak	Banyak	banyak

3.3 Representase Data

Data yang diperoleh adalah data yang telah dari UD.WSP. dimana data tersebut merupakan data stok awal terjual, harga per item, profit, dan stok akhir yang merupakan data laporan dari tahun 2023. Data tersebut dapat dilihat dari tabel 2.

Perhitungan mencari derajat keanggotaan menggunakan contoh fungsi keanggotaan berbentuk segitiga, yang sering digunakan dalam sistem logika fuzzy. Fungsi keanggotaan segitiga didefinisikan oleh tiga parameter. Titik awal (a), titik puncak (b), dan titik akhir (c). bentuk umum fungsi keanggotaan segitiga.

a. LCD

1. Stok Awal

Fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[500] = \frac{650-500}{350} = 0.28$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[500] = \frac{500-300}{350} = 0.57$$

2. Terjual

Fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[400] = \frac{625-400}{375} = 0.6$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[400] = \frac{400-250}{350} = 0.4$$

3. Tambahan

Fungsi keanggotaan yang digunakan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[400] = \frac{260-200}{140} = 0.42$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[400] = \frac{200-120}{140} = 0.57$$

Selanjutnya, setiap derajat keanggotaan yang sudah dihitung, diproses kedalam 27 aturan fuzzy yang sudah dibuat sebelumnya, kemudian dari 27 rule aturan tersebut terdapat 8 aturan yang cocok untuk peramalan LCD yaitu R1, R2, R4, R5, R10, R11, R13 dan R14.

Untuk menentukan nilai α – predikat, variabel digabungkan menggunakan operator AND. Pada fungsi inferensi harus mengetahui rule yang digunakan pada sistem untuk mendapatkan nilai yang akan digunakan pada proses defuzzifikasi

$$\alpha - [R1] = \min (\mu_{\text{Sedikit}}[500] \cap \mu_{\text{sedikit}}[400] \cap \mu_{\text{sedikit}}[200]) = \min (0,28 \cap 0,6 \cap 0,42) = 0,28$$

Fungsi implikasi aturan

$$zn = z_{\text{Max}} - \alpha_{\text{predikatn}} \times (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) = 345 - 0,28 \times (345 - 140) = 287,6$$

$$\alpha - [R2] = \min (\mu_{\text{Sedikit}}[500] \cap \mu_{\text{sedikit}}[400] \cap \mu_{\text{sdang}} [200]) = \min (0,28 \cap 0,6 \cap 0,57) = 0,26$$

Fungsi implikasi aturan

$$zn = z_{\text{Max}} - \alpha_{\text{predikatn}} \times (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) = 550 - 0,26 \times (550 - 140) = 443,3$$

$$\alpha - [R4] = \min (\mu_{\text{Sedikit}}[500] \cap \mu_{\text{sdang}} [400] \cap \mu_{\text{sedikit}}[200]) = \min (0,28 \cap 0,4 \cap 0,42) = 0,28$$

Fungsi implikasi aturan

$$zn = z_{\text{Max}} - \alpha_{\text{predikatn}} \times (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) = 345 - 0,28 \times (345 - 140) = 0,287,6$$

Lakukan proses yang sama sama untuk rule R5, R10, R11 dan R13 seperti rule yang telah di buat diatas, sehingga untuk rule yang terakhir seperti berikut.

$$\alpha - [R14] = \min (\mu_{\text{Sedang}}[500] \cap \mu_{\text{sdang}} [400] \cap \mu_{\text{sdangi}} [200]) = \min (0,57 \cap 0,4 \cap 0,57) = 0,4$$

Fungsi implikasi aturan

$$zn = z_{\text{Max}} - \alpha_{\text{predikatn}} \times (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) = 550 - 0,4 \times (550 - 140) = 386$$

Selanjutnya menghitung nilai defuzzifikasi menggunakan rumus Weight Average (WA).

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{979.369}{3.01} = 325.3$$

b. Baterai

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart LCD, maka diperoleh nilai WA dari Baterai sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{597.77}{1.83} = 326.65$$

c. Charger

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart Baterai, maka diperoleh nilai WA dari Charger sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{443.4}{1} = 443.4$$

d. Antigores

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart Charger, maka diperoleh nilai WA dari Antigores sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{345}{1} = 345$$

e. Speaker

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart Charger, maka diperoleh nilai WA dari Speaker sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{1094.88}{3.51} = 311.93$$

f. RAM

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart Speaker, maka diperoleh nilai WA dari RAM sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{1094.88}{3.51} = 311.93$$

g. Flex Cable

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart RAM, maka diperoleh nilai WA dari Flex Cable sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{848.1}{2.59} = 327.45$$

h. Kamera Belakang

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart Flex Cable, maka diperoleh nilai WA dari Kamera Belakang sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{492.65}{1.98} = 26.99$$

i. Kamera Depan

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart Kamera Belakang, maka diperoleh nilai WA dari Kamera Depan sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{229.27}{1.29} = 231.99$$

j. SIM Tray

Dengan menggunakan cara yang sama pada sparepart Kamera Depan, maka diperoleh nilai WA dari SIM Tray sebagai berikut.

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n} = \frac{170.17}{1} = 170.17$$

Setelah melakukan perhitungan bobot untuk seluruh rule yang menyinggung, hasil bobot rule kemudian disajikan dalam bentuk tabel seperti pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Stok Akhir Dengan Fuzzy Mamdani

Nama Spareparts	Stok Awal	Terjual	Tambahan Stok	Stok Akhir	Stok Akhir uzzy Mamdani
LCD	500	400	200	300	325,3717608
Baterai	700	650	280	330	326,6508197
Charger	1000	850	400	550	443,4
Antigores	1000	1000	400	400	345
speaker	500	450	200	250	311,931339
RAM	500	450	200	250	311,931339
Flex Cable	400	350	160	210	327,4523166
Kamera Belakang	300	250	120	170	216,9992424
Kamera Depan	300	270	120	150	231,99
SIM Tray	300	280	120	140	170,17

3.4 Menentukan Nilai MAPE

Pada faktanya, setiap prediksi pasti ada kesalahan, tidak ada suatu prediksi yang memiliki tingkat akurasi kebenaran 100%. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan tingkat kesalahan prediksi. Semakin kecil nilai eror maka makin tinggi akurasi prediksinya.

Tabel 9. Perhitungan Nilai MAPE

Nama Spareparts	Data StokAkhi (Xi)	Uzzy Mamdani (Fi)	Xi - Fi	Xi-Fi	Xi-Fi/Xi
LCD	300	276	24	24	0,08
Baterai	330	313	17	17	0,0515152
Charger	550	473	77	77	0,14
Antigores	400	481	-81	81	0,2025
speaker	250	274	-24	24	0,096
RAM	250	274	-24	24	0,096
Flex Cable	210	232	-22	22	0,1047619
Kamera	240	202	38	38	0,1583333
Belakang					
Kamera Depan	178	180	-2	2	0,011236
SIM Tray	140	162	-22	22	0,1571429
		Jumlah			1,0974892
		MAPE			11%

$$\text{MAPE} = (1.09 / 10) \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan MAPE diperoleh nilai sebesar 11%, berdasarkan tabel MAPE nilai sebesar 11% termasuk dalam kategori prediksi yang baik

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode Fuzzy Mamdani dalam manajemen inventaris stok spareparts handphone di UD.WSP untuk tahun 2023 berhasil memberikan hasil yang signifikan. Proses fuzzifikasi yang diterapkan pada variabel-variabel input seperti stok awal, jumlah terjual, dan tambahan stok memungkinkan sistem untuk mengubah data tegas menjadi data fuzzy, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan prediksi stok akhir. Dengan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 11%, metode ini terbukti memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi. Angka ini menunjukkan bahwa sistem prediksi yang dibangun mampu meminimalkan kesalahan prediksi, sehingga memberikan kepercayaan yang lebih besar dalam pengelolaan stok spareparts. Keandalan metode Fuzzy Mamdani dalam penelitian ini mengindikasikan potensinya untuk diimplementasikan lebih luas dalam manajemen inventaris, khususnya dalam industri yang memerlukan pengelolaan stok yang tepat dan efisien. Dengan memanfaatkan sistem ini, perusahaan dapat mengoptimalkan ketersediaan spareparts, mengurangi risiko kehabisan stok atau overstocking, dan pada akhirnya meningkatkan efisiensi operasional serta kepuasan pelanggan. Kesuksesan penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam meningkatkan model prediksi dan mengintegrasikan teknologi lain yang relevan untuk mengoptimalkan manajemen inventaris secara keseluruhan.

REFERENCES

- [1] P. W. Nofiani and M. C. Mursid, "Pentingnya Perilaku Organisasi dan Strategi Pemasaran dalam Menghadapi Persaingan Bisnis di Era Digital," *J. Logistik Bisnis*, vol. 11, no. 2, pp. 71–77, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/index>
- [2] S. Indrawati and A. F. Rachmawati, "Edukasi Legalitas Usaha sebagai Upaya Perlindungan Hukum bagi Pemilik UMKM," *J. Dedik. Huk.*, vol. 1, no. 3, pp. 231–241, 2021, doi: 10.22219/jdh.v1i3.17113.
- [3] Y. Anis, E. N. Wahyudi, and H. C. Kurniawan, "Metode Waterfall dalam Pengembangan Sistem Inventaris Guna Meningkatkan Efisiensi Manajemen Stok Barang," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 6, no. 2, pp. 329–338, 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i2.1351.
- [4] M. J. Siregar, "Pengendalian Stok Spareparts Mobil Dengan Metode EOQ dan Min-Max Inventory," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 3, pp. 2096–2101, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i3.3121.
- [5] A. H. Elyas and J. Prayoga, "Implementasi Data Mining Pola penjualan Sparepart Motor Honda Pada Pt Rotella Persada Mandiri Dengan Menggunakan Algoritma Apriori," *Device J. Inf. Syst. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–31, 2020, doi: 10.46576/device.v1i1.698.
- [6] R. P. H. Nst and Yahfizham, "Sistem Informasi Manajemen Proyek Berbasis Web Pendataan Suku Cadang Sepeda Motor," *JIB J. Informatics Business*, vol. 02, no. 01, pp. 52–56, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.itcc.web.id/index.php/jibs/article/view/996>
- [7] S. Yuliantika and D. L. Kartika, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani sebagai Deteksi Awal Banjir Lokal di Bendung Gerak Serayu," *Sq. J. Math. Educ.*, vol. 4, no. 1, pp. 17–25, 2022, doi: 10.21580/square.2022.4.1.11177.

- [8] A. W. Alwendi and K. Samosir, "Pengembangan Dan Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Untuk Penilaian Kinerja Penelitian Dosen," *J. Tek. Inf. dan Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 333, 2022, doi: 10.37600/tekinkom.v5i2.533.
- [9] 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.
- [10] V. M. Nasution and G. Prakarsa, "Optimasi Produksi Barang Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 129, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1719.
- [11] B. H. Sulisty, "IN-FEST 2024 Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Pengambilan Keputusan Perencanaan Produksi Sebagai Optimalisasi Persediaan Stok IN-FEST 2024," vol. 2, pp. 47–57, 2024.
- [12] A. Safitri, A. Azzahra, and S. T. Kurnia, "Pengendalian Untuk Mengoptimalkan Produksi Mie Pada Warung Mie Pedas Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Metode Tsukamoto," *J. Deep Learn. Comput. Vis. Digit. Image Process.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–28, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.61255/decoding.v2i1.316>
- [13] S. Puji Astuti, "Pemanfaatan Software Matrix Laboratory (Matlab) Untuk Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa Dalam Pembelajaran Fisika Kinematika," *J. Pendidik. Berkarakter*, vol. 3, no. 2, pp. 54–57, 2020, doi: <https://doi.org/10.31764/pendekar.v3i2.2892>.
- [14] U. Bakti, Hairudin, and R. Setiawan, "PENGARUH HARGA, PERSONAL SELLING, KUALITAS PRODUK DAN WORD OF MOUTH TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN MOTOR PADA DEALER PT. YAMAHA PUTERA LANGKAPURA," *J. Cakrawal Ilm.*, vol. 2, no. 4, pp. 1271–1280, 2021, doi: <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalaindonesia.v1i1.343>.
- [15] S. Susanti and G. R. Nawangsit, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemberian Beasiswa," *JIKA (Jurnal Inform.)*, vol. 7, no. 3, p. 248, 2023, doi: 10.31000/jika.v7i3.7626.
- [16] E. G. Wahyuni, "Membandingkan Tingkat Efisiensi Metode Tsukamoto dan Sugeno untuk kasus Pneumonia," *J. CoreIT J. Has. Penelit. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, p. 94, 2022, doi: 10.24014/coreit.v7i2.15085.
- [17] U. Athiyah, A. P. Handayani, M. Y. Aldean, N. P. Putra, and R. Ramadhani, "Sistem Inferensi Fuzzy: Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya," *J. Dinda Data Sci. Inf. Technol. Data Anal.*, vol. 1, no. 2, pp. 73–76, 2021, doi: 10.20895/dinda.v1i2.201.
- [18] M. Furqan, A. Halim Hasugian, M. Siddik Hsb, and F. Sains dan Teknologi, "Penentuan Kualitas Bibit Padi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 529–539, 2021.
- [19] E. R. Y. SAHULATA, H. J. Wattimanela, and M. S. Noya Van Delsen, "Penerapan Fuzzy Inference System Tipe Mamdani Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Jumlah Permintaan Dan Persediaan (Studi Kasus Pabrik Cinderella Bread House Di Kota Ambon)," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 14, no. 1, pp. 079–090, 2020, doi: 10.30598/barekengvol14iss1pp079-090.
- [20] N. J. Aruan, "Implementasi Fuzzy Mamdani Menentukan Tingkat Kepuasan Penumpang Trans Metro Deli Kota Medan," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 6, no. 3, pp. 334–342, 2023, doi: 10.32493/jtsi.v6i3.30382.
- [21] N. Harefa and M. Marbun, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Untuk Mengidentifikasi Tingkat Kecanduan Pelajar Terhadap Game Online," *JOISIE J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 4, no. Desember, pp. 128–138, 2020.
- [22] P. S. P. Sitorus, "MENGETAHUI WAKTU MATANGNYA PANGGANGAN DANGING SAPI DENGAN METODE MAMDANI DENGAN MODEL SEGITIGA DAN MOM," *J. Ilm. SP STINDO Prof.*, vol. IX, no. 1, pp. 1–14, 2023, [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>