

Article history

Received, July 4 ,2023

Accepted, December 30, 2023

APLIKASI LOGIKA *FUZZY* MENGGUNAKAN METODE MAMDANI DALAM OPTIMASI PRODUKSI AYAM GEPREK (Studi Kasus di Warung Serbu, Jember)

Abduh Riski¹⁾, Lilian Atino Eyta Makin^{2*)}, Ahmad Kamsyakawuni^{3**)}

^{1,2,3} Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

email: riski.fmipa@unej.ac.id, atinoeyta@gmail.com, kamsyakawuni.fmia@gmail.com

Abstract

MSMEs have a very large role in the development of the Indonesian economy. MSMEs in the food sector are the largest sectors compared with other MSME sectors. Warung Serbu is one of the SMEs in the food sector, one of which is geprek chicken. Warung Serbu often makes production decisions that are not always right (optimal) for each period. Product stockpiling often causes losses, but companies often experience product shortages to meet customer demand. The Mamdani method can be used to determine decisions based on this problem. This method is based on fuzzy logic. The process of making decisions through the fuzzy logic of the Mamdani method consists of several stages: fuzzification, rule formation, fuzzy logic analysis (rule implications and composition), and defuzzification. A GUI program was used in the Matrix Laboratory (Matlab) software to simplify the display. Based on June-September 2022 data, a MAPE percentage of 7.4% was obtained, while the company's MAPE value for the desired (optimal) production was 11.09%. The prediction for the number of geprek chickens in the June 7, 2022, period was 132 portions, with a total production cost of Rp. 824000,-;

Keywords: Optimization, fuzzy logic, Mamdani.

Abstrak

UMKM memiliki peran yang sangat besar terhadap perkembangan perekonomian Indonesia. UMKM sektor makanan merupakan sektor yang paling banyak dibandingkan UMKM sektor lain. Warung Serbu merupakan salah satu UMKM sektor makanan salah satu menunya ayam geprek. Warung Serbu sering mengambil keputusan produksi yang tidak selalu tepat (optimal) untuk setiap periodenya. Penumpukan stok produk sering terjadi sehingga menimbulkan kerugian, namun perusahaan juga sering mengalami kekurangan produk untuk memenuhi permintaan pelanggan. Metode yang dapat digunakan untuk menentukan keputusan berdasarkan permasalahan ini adalah metode Mamdani. Metode ini didasarkan pada konsep logika *fuzzy*. Proses dalam pengambilan keputusan melalui logika *fuzzy* metode Mamdani beberapa tahap yaitu fuzzifikasi, pembentukan aturan, analisa logika *fuzzy* (implikasi dan komposisi aturan) dan defuzzifikasi. Untuk menyederhanakan tampilan digunakan program GUI pada *software* Matlab. Berdasarkan data juni-September 2022 maka diperoleh persentase MAPE sebesar 7,4% sedangkan nilai MAPE perusahaan terhadap produksi yang diinginkan (optimal) sebesar 11,09%. Prediksi jumlah ayam geprek pada periode 7 Juni 2022 sebanyak 132 porsi dengan total biaya produksi sebesar Rp. 824000,-;

Kata Kunci: Optimasi, Logika *fuzzy*, Mamdani.

1 PENDAHULUAN

UMKM kepanjangan dari Usaha Mikro, Kecil dan Menengah memiliki peran yang sangat besar dalam pertumbuhan perekonomian Indonesia. UMKM berkontribusi terhadap PDB sampai 60,5% dan mampu menyerap tenaga kerja hingga 96,9% dari total penyerapan tenaga kerja nasional [1]. Hal ini mampu mengurangi angka pengangguran di Indonesia sehingga angka kemiskinan dapat diturunkan melalui penyerapan tenaga kerja. Mayoritas UMKM di Indonesia bergerak di sektor makanan. Data BPS 2020 menunjukkan bahwa UMKM sektor makanan mencapai 1,51 juta unit usaha atau 36% [2]. Sehingga persaingan perdagangan antar UMKM sektor makanan semakin tinggi yang mengakibatkan pelaku usaha membutuhkan strategi dalam mengatasi persaingan pasar [3].

Optimasi produksi atau mengoptimalkan jumlah produksi merupakan salah satu strategi yang cukup efektif untuk mengatasi persaingan pasar. Produksi diartikan sebagai proses pengolahan bahan mentah menjadi suatu produk dengan nilai yang lebih tinggi bagi konsumen [4]. Optimasi produksi bertujuan untuk menghindari produksi barang berlebih maupun kurang sehingga produsen dapat memenuhi permintaan konsumen secara maksimal tanpa penumpukan barang di gudang. Beberapa kondisi dalam melakukan optimasi produksi diperlukan pemahaman metode dan ilmu bantu tertentu, hal ini dikarenakan beberapa faktor kendala dalam pembuatan keputusan jumlah produksi. Salah satu metode matematika yang dapat digunakan untuk mencari solusi terhadap permasalahan optimasi salah satunya yaitu logika *fuzzy* [5].

Logika *fuzzy* merupakan teknik yang digunakan untuk menangani suatu masalah ketidakpastian dan nilai keaburan. Nilai kebenaran di dalam logika *fuzzy* bersifat parsial [6]. Logika klasik hanya memiliki dua kategori nilai yaitu bernilai 1 mempresentasikan benar dan bernilai 0 yang diartikan salah, namun pada logika *fuzzy* memiliki nilai didalam interval $[0,1]$. Salah satu penerapan logika *fuzzy* menggunakan *sistem inferensi fuzzy Mamdani* [7].

Penelitian Rizal tahun 2022 mengoptimasi jumlah pengadaan barang di PT. Surya Pelangi Nusantara Sejahtera dengan input penjualan dan persediaan, sedangkan outputnya pengadaan barang menggunakan *fuzzy* metode Mamdani. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah hasil perhitungan dengan metode Mamdani dengan

data sebenarnya relatif sama [8]. Penelitian Sari tahun 2018 memprediksi produksi beras dengan metode logika *fuzzy* metode Mamdani untuk tahun 2018 berdasarkan data produksi padi, permintaan beras dan konsumsi beras di Indonesia tahun 2011-2017. Hasil yang didapat yaitu pada tahun 2018 jumlah produksi beras di Indonesia sebesar 43.800.000 ton [9]. Berdasarkan hasil penelitian oleh Kurniawan *et al.* tentang optimasi jumlah produksi sampul buku pada percetakan Unika Grafika dengan logika *fuzzy* metode Mamdani memperoleh 3840 eksemplar dengan permintaan 1420 eksemplar dan persediaan 385 eksemplar [10]. Hasil penelitian optimasi produksi keripik pangsit menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani yaitu jumlah produksi untuk bulan Juli minggu pertama dengan permintaan 9600 gram dan persediaan 350 gram adalah 13845, gram [11]. Sanjaya melakukan penelitian di Xing Fu Tang, Medan tentang prediksi produksi boba dengan logika *fuzzy* Mamdani. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa logika *fuzzy* Mamdani efektif diterapkan dalam prediksi jumlah produksi Boba pada perusahaan berdasarkan persediaan dan permintaan [12]. Penelitian Kamsyakawuni *et al.* pada tahun 2012 melakukan penelitian pada diagnosa sistem pakar untuk prediksi penyakit hepatitis menggunakan metode Mamdani. Akurasi yang diperoleh sebesar 95,45%. Parameter *input* dan aturan (*Rulebase*) harus tepat sangat mempengaruhi akurasi dari hasil diagnose sistem [13]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Batubara tahun 2017 maka didapatkan kesimpulan bahwa untuk menentukan kualitas cor beton metode mamdani lebih baik dibandingkan dengan metode sugeno [14]. Penelitian Mudasir *et al.* dengan judul Aplikasi Prediksi Produksi Pakaian menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* dengan studi kasus di toko pakaian *CMS Production*. Prediksi Produksi dengan *Fuzzy Mamdani* pada tingkat keberhasilan prediksi ini untuk setiap jenis pakian yaitu 91,5% untuk jenis kaos pendek, 90,91% kaos panjang dan 90,80% kaos raglan [15]. Keuntungan yang maksimal didapatkan dari penjualan yang maksimal atau dapat memenuhi seluruh permintaan pasar. Perencanaan produksi perlu diterapkan agar produksi maksimal sehingga dapat memenuhi permintaan pasar. Nasution dan Prakarsa melakukan penelitian dengan tujuan mengoptimalkan produksi dengan logika *fuzzy* metode Mamdani [16]. Penelitian Wawan *et al.* tahun 2021 bertujuan untuk mengoptimalkan produksi beras nasional dengan logika *fuzzy*

metode mamdani. Hasil penelitian ini menggunakan parameter untuk menjaga stabilitas yaitu produksi, ketersediaan, permintaan dan distribusi. Metode yang digunakan adalah logika fuzzy metode Mamdani dioptimasi pada jumlah beras nasional [17].

Penelitian ini membahas optimasi produksi ayam geprek dengan logika fuzzy metode Mamdani yang diaplikasikan pada data produksi selama bulan Juni-September di Warung Serbu. Logika fuzzy metode Mamdani digunakan untuk pengolahan data sehingga diperoleh konsekuen atau kesimpulan.

2 METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data ayam geprek pada UMKM Warung Serbu yang beralamat di Jl. Mastrip No. 46, Karjan Barat, Sumbersari, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur, Indonesia. Data penelitian merupakan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil wawancara dengan pemilik atau pengelola Warung Serbu, sedangkan data sekunder didapatkan dari arsip data milik UMKM selama 4 bulan (1 Juni-30 September 2022). Pendekatan penelitian masalah optimasi ini dilakukan dengan pendekatan penelitian kuantitatif, sedangkan penelitian akan diselesaikan dengan mengaplikasikan logika fuzzy dengan metode Mamdani.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam aplikasi logika fuzzy menggunakan metode Mamdani dalam optimasi produksi (Gambar 4) yaitu:

1. Kajian Pustaka

Tahapan awal dilakukan kajian pustaka yaitu mengidentifikasi penelitian sebelumnya dan mencari literatur yang relevan mengenai metode yang akan diaplikasikan pada permasalahan. Dalam hal ini studi literatur yang dikumpulkan membahas masalah logika fuzzy metode Mamdani.

2. Pengambilan dan pengumpulan data

Data didapatkan dari arsip data dan wawancara dengan pemilik, pengelola dan atau karyawan Warung Serbu, Sumbersari, Jember. Data dalam penelitian ini adalah ayam geprek

3. Menerapkan Logika fuzzy metode Mamdani pada data ayam geprek

Data ayam geprek akan diolah menggunakan logika fuzzy dengan metode Mamdani. Tahap ini penulis menggunakan *toolbox fuzzy* pada Matlab. Langkah-langkah metode Mamdani, yaitu:

- a. Langkah pertama yaitu fuzzifikasi dengan memetakan nilai *input (crisp)* kedalam himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dibuat pada masing masing variabel *input* dan variabel *output* dengan Persamaan (1), (2) dan (3) sesuai dengan fungsi representasi yang digunakan yaitu bahu kiri, segitiga dan bahu kanan [7]. Data ayam geprek dibagi menjadi dua variabel *input* dan variabel *output* dan masing masing variabel dibagi menjadi lima himpunan *fuzzy*.

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

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

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

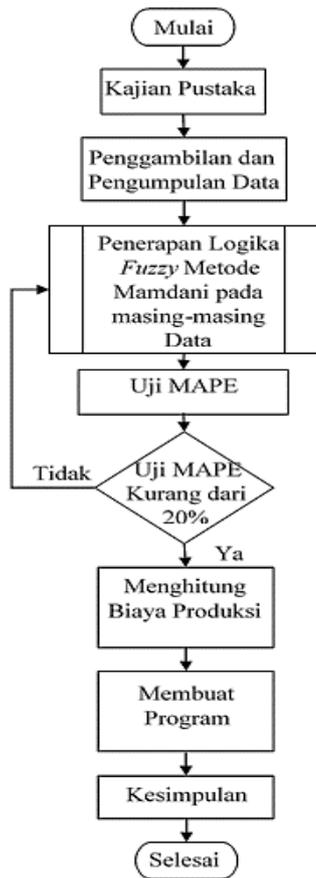
- b. Pembentukan aturan (*rule*), langkah ini dibentuk berdasarkan aturan *if-then* dari himpunan *fuzzy*.
- c. Analisa logika fuzzy dengan metode Mamdani, langkah ini terdiri dari fungsi implikasi menggunakan Persamaan (4) dan komposisi aturan menggunakan Persamaan (5) [6].

$$\mu_{A \wedge B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (4)$$

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (5)$$

- d. Defuzzifikasi atau penegasan digunakan untuk memetakan himpunan *fuzzy* menjadi himpunan tegas. Metode penegasan yang digunakan adalah metode *centroid* dengan Persamaan (6) [18].

$$Z^* = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad (6)$$



Gambar 4. Flowchart Langkah-langkah Penelitian

Tabel 1 Variabel Input dan Variabel Output

Data	Variabel	Variabel Domain	Himpunan Fuzzy
Input	Permintaan Ayam Geprek	0-260	Sangat sedikit, sedikit, banyak dan sangat banyak
		0-100	Sangat sedikit, sedikit, banyak dan sangat banyak
Output	Produksi	0-300	Sangat sedikit, sedikit, banyak dan sangat banyak

4. Uji MAPE

Uji MAPE dilakukan untuk mengetahui keakuratan optimasi jumlah produksi ayam geprek dengan FIS Mamdani menggunakan Persamaan (7). Uji MAPE harus kurang dari 20% untuk menuju langkah selanjutnya. Jika Uji MAPE lebih dari 20% maka proses kembali pada langkah tiga dengan mengubah komposisi domain himpunan fuzzy pada variabel atau mengubah komposisi rule [19].

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - f_t|}{A_t}}{n} \quad (7)$$

Keterangan:

A_t : Data Optimal pada t

f_t : Data Prediksi pada t

n : Banyaknya Data

5. Menghitung Biaya Produksi

Menghitung biaya produksi bertujuan untuk memperkirakan anggaran produksi pada periode tersebut. Biaya produksi dapat dihitung menggunakan Persamaan (8), namun dalam kasus ini biaya tetap diabaikan [20].

$$B_{Total} = B_T + (B_v \times n) \quad (8)$$

Keterangan:

B_{Total} : Biaya Total Produksi

B_T : Biaya Tetap

B_v : Biaya Variabel

n : Jumlah Produksi

6. Membuat Program

Untuk mempermudah pengambilan keputusan serta menyederhanakan tampilan pada peramalan jumlah optimal produksi ayam geprek di Warung Serbu, dilakukan pembuatan program dengan software Matlab. Tahap ini penulis membuat desain tampilan berbasis graphical user interface (GUI). GUI metode yang digunakan untuk interaksi antara manusia dengan komputer yang memiliki tampilan grafis yang mudah digunakan oleh user dalam mengoperasikan suatu aplikasi [21].

7. Membuat kesimpulan

Kesimpulan didapatkan dengan melakukan analisis hasil optimasi jumlah produksi masing-masing data.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Data ayam geprek didapatkan dari UMKM Warung Serbu akan dilakukan optimasi jumlah produksi dengan logika fuzzy metode Mamdani. Data identifikasi meliputi biaya produksi setiap porsi, kapasitas produksi, kapasitas penyimpanan dan data permintaan tanggal 1 Juni- 30 September 2022. Berdasarkan data tersebut didapatkan data-data identifikasi yang ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2 Data Identifikasi

Ayam Geprek	
Kapasitas Produksi	300 porsi
Kapasitas Penyimpanan	100 Porsi
Biaya Produksi Setiap Porsi	Rp. 7000
Permintaan Tanggal 7 Juni 2022	123 porsi
Persediaan Tanggal 7 Juni 2022	22 porsi

3.1 Penyelesaian Menggunakan Metode Mamdani

Penentuan jumlah produksi ayam akan digunakan *toolbox fuzzy* pada *software* Matlab. Adapun langkah-langkah penyelesaian pada data ayam geprek adalah sebagai berikut:

1) Fuzzifikasi

Tahap ini berisi pembentukan fungsi dan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* yang bersesuaian yaitu persediaan dan permintaan sebagai variabel *input* serta produksi sebagai variabel *output*. Masing-masing variabel dibagi menjadi lima himpunan *fuzzy*. Berikut disajikan Tabel 3 dan Tabel 4 yang menunjukkan penentuan domain himpunan *fuzzy*.

Tabel 3 Domain variabel *input*

Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain (Porsi)
Permintaan	Sangat Sedikit	0-110
	Sedikit	65-150
	Sedang	110-180
	Banyak	150-240
	Sangat Banyak	180-260
Persediaan	Sangat Sedikit	0-15
	Sedikit	10-30
	Sedang	26-46
	Banyak	40-80
	Sangat Banyak	51-100

Tabel 4 Domain himpunan *fuzzy* produksi

Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain (Porsi)
Produksi	Sangat Sedikit	0-113
	Sedikit	64-164
	Sedang	113-215
	Banyak	165-265
	Sangat Banyak	216-300

Selanjutnya membentuk fungsi keanggotaan pada *membership function editor* untuk variabel *input* dan variabel *output*. variabel *input* permintaan terdiri lima himpunan *fuzzy*, yaitu Sangat Sedikit, Sedikit, Sedang, Banyak, Sangat Banyak. Permintaan Sangat Sedikit dan Sangat Banyak

digunakan kurva bahu kanan dan bahu kiri, sedangkan untuk permintaan Sedikit, Sedang dan Banyak digunakan kurva segitiga. Berdasarkan Persamaan (1), (2) dan (3), maka fungsi keanggotaan variabel permintaan dapat dirumuskan dengan Persamaan (9), (10), (11), (12) dan (13).

$$\mu_{PmtSGTSDKT}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 110 \\ \frac{110-x}{98}; & 12 < x < 110 \\ 1; & x \leq 12 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{PmtSDKT}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 65 \text{ atau } x \geq 150 \\ \frac{x-65}{98}; & 12 < x < 110 \\ \frac{150-x}{39}; & 111 < x < 150 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{PmtSDG}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 110 \text{ atau } x \geq 180 \\ \frac{x-110}{40}; & 110 < x \leq 150 \\ \frac{180-x}{40}; & 150 < x < 180 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{PmtBYK}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 240 \\ \frac{x-150}{45}; & 150 < x \leq 195 \\ \frac{240-x}{45}; & 195 < x \leq 240 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{PmtSGTBYK}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 180 \\ \frac{x-180}{60}; & 180 < x < 240 \\ 1; & x \geq 240 \end{cases} \quad (13)$$

Apabila permintaan ayam geprek pada tanggal 7 Juni 2022 sebanyak 123 porsi maka dapat diperoleh derajat keanggotaan dari masing-masing himpunan *fuzzy* pada variabel permintaan yaitu:

$$\begin{aligned} \mu_{PsdSGTSDKT}(x) &= 0 \\ \mu_{PsdSDKT}(x) &= 0,7 \\ \mu_{PsdSDNG}(x) &= 0,3 \\ \mu_{PsdBYK}(x) &= 0 \\ \mu_{PsdSGTBYK}(x) &= 0 \end{aligned}$$

Variabel *input* persediaan terdiri lima himpunan *fuzzy*. Persediaan Sangat Sedikit dan Sangat Banyak digunakan kurva bahu kanan dan bahu kiri, sedangkan untuk permintaan Sedikit, Sedang dan Banyak digunakan kurva segitiga. Berdasarkan Persamaan (1), (2) dan (3), maka fungsi keanggotaan variabel permintaan dapat dirumuskan dengan Persamaan (14), (15), (16), (17) dan (18).

$$\mu_{PmtSGTSDKT}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 10 \\ \frac{15-x}{5}; 10 < x < 15 \\ 0; x \geq 15 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{PmtSDKT}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 10 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-10}{10}; 10 < x \leq 20 \\ \frac{(30-x)}{10}; 20 < x < 30 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{PmtSDG}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 26 \text{ atau } x \geq 46 \\ \frac{x-26}{10}; 26 < x < 36 \\ \frac{46-x}{10}; 36 < x < 46 \end{cases} \quad (16)$$

$$\mu_{PmtBYK}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 40 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-40}{20}; 40 < x \leq 60 \\ \frac{80-x}{20}; 60 < x < 80 \end{cases} \quad (17)$$

$$\mu_{PmtSGTBYK}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 51 \\ \frac{x-51}{34}; 51 < x < 85 \\ 1; x \geq 85 \end{cases} \quad (18)$$

Derajat keanggotaan untuk persediaan 7 Juni 2022 sebesar 22 porsi ayam geprek adalah

$$\mu_{PsdSGTSDKT}(x) = 0$$

$$\mu_{PsdSDKT}(x) = 0,8$$

$$\mu_{PsdSDNG}(x) = 0$$

$$\mu_{PsdBYK}(x) = 0$$

$$\mu_{PsdSGTBYK}(x) = 0$$

Himpunan *fuzzy* pada variabel produksi dibagi menjadi lima himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan adalah representasi bahu dan representasi segitiga. Berdasarkan Persamaan (1), (2) dan (3) maka fungsi keanggotaan variabel permintaan dapat dirumuskan dengan Persamaan (19), (20), (21), (22) dan (23).

$$\mu_{PmtSGTSDKT}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 12 \\ \frac{113-x}{101}; 12 < x < 113 \\ 0; x \geq 113 \end{cases} \quad (19)$$

$$\mu_{PmtSDKT}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 64 \text{ atau } x \geq 164 \\ \frac{x-64}{60}; 64 < x \leq 114 \\ \frac{(164-x)}{50}; 114 < x < 164 \end{cases} \quad (20)$$

$$\mu_{PmtSDG}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 113 \text{ atau } x \geq 215 \\ \frac{x-113}{51}; 113 < x < 164 \\ \frac{215-x}{51}; 164 < x < 215 \end{cases} \quad (21)$$

$$\mu_{PmtBYK}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 165 \text{ atau } x \geq 265 \\ \frac{x-165}{50}; 165 < x \leq 215 \\ \frac{265-x}{50}; 215 < x < 265 \end{cases} \quad (22)$$

$$\mu_{PmtSGTBYK}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 216 \\ \frac{x-216}{64}; 216 < x < 280 \\ 1; x \geq 280 \end{cases} \quad (22)$$

2) Pembentukan aturan dasar *fuzzy*

Pada tahap ini dibentuk aturan dari himpunan *fuzzy* yang sebelumnya telah dibuat, pembentukan aturan IF-THEN berdasarkan penalaran logika *fuzzy* menggunakan operasi logika *min* dengan operator AND. Kombinasi yang dihasilkan dari kedua input sebanyak 25 aturan ditunjukkan pada Tabel 3. Selanjutnya kombinasi aturan yang telah ditentukan dimasukkan ke dalam *rule editor* pada program *toolbox* Matlab.

Tabel 3 Aturan dasar *fuzzy*

rule	if		then
	Permintaan	Persediaan	Produksi
[R1]	Sangat Sedikit	Sangat Sedikit	Sedikit
[R2]	Sangat Sedikit	Sedikit	Sangat Sedikit
[R3]	Sangat Sedikit	Sedang	Sangat Sedikit
[R4]	Sangat Sedikit	Banyak	Sangat Sedikit
[R5]	Sangat Sedikit	Sangat Banyak	Sangat Sedikit
[R6]	Sedikit	Sangat Sedikit	Sedikit
[R7]	Sedikit	Sedikit	Sedikit
[R8]	Sedikit	Sedang	Sedikit
[R9]	Sedikit	Banyak	Sedikit
[R10]	Sedikit	Sangat Banyak	Sangat Sedikit
[R11]	Sedang	Sangat Sedikit	Sedang
[R12]	Sedang	Sedikit	Sedang
[R13]	Sedang	Sedang	Sedang
[R14]	Sedang	Banyak	Sedikit
[R15]	Sedang	Sangat Banyak	Sedikit
[R16]	Banyak	Sangat Sedikit	Banyak
[R17]	Banyak	Sedikit	Sedang
[R18]	Banyak	Sedang	Sedang
[R19]	Banyak	Banyak	Sedang
[R20]	Banyak	Sangat Banyak	Sedang
[R21]	Sangat Banyak	Sangat Sedikit	Sangat Banyak
[R22]	Sangat Banyak	Sedikit	Sangat Banyak
[R23]	Sangat Banyak	Sedang	Sangat Banyak
[R24]	Sangat Banyak	Banyak	Banyak
[R25]	Sangat Banyak	Sangat Banyak	Sedang

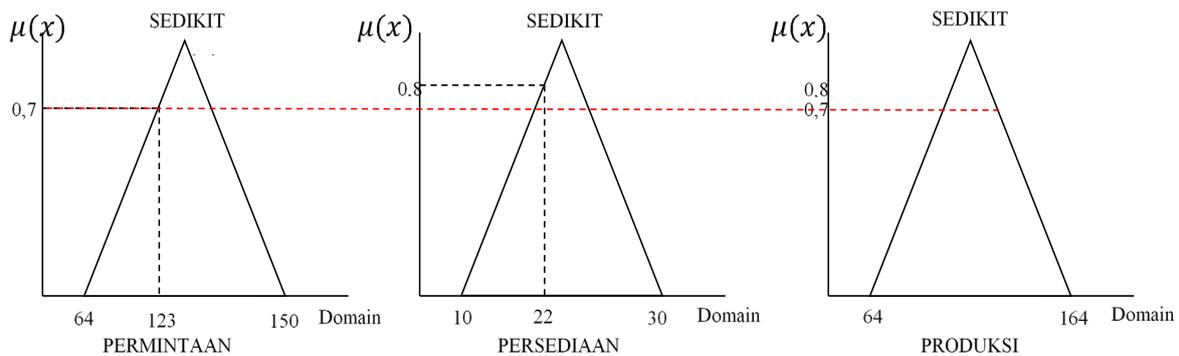
3) Kombinasi Aturan

Komposisi aturan dasar *fuzzy* menggunakan operator *AND* dan α -predikat dimana dengan memilih nilai minimal dari derajat keanggotaan masing-masing variabel *input* (Persamaan 4), sehingga menghasilkan nilai derajat keanggotaan *output* sementara. Untuk aturan yang menghasilkan nilai nol (0) tidak masuk kedalam proses perhitungan atau tidak memiliki daerah *output fuzzy*, sehingga didapatkan aturan 7 (Gambar 5) dan aturan 12 (Gambar 6). Nilai derajat keanggotaan *output* dikomposisikan

dengan metode *Max* (Persamaan 5) sehingga dihasilkan seperti pada Gambar 7. Komposisi aturan yang memiliki daerah *output* yaitu:

[R7] *If* (Permintaan is Sedikit) *and* (Persediaan is Sedikit) *then* (Produksi is Sedikit)

$$\begin{aligned} \alpha\text{-prediksi} &= \mu_{PmtSDKT} \cup \mu_{PsdSDKT} \\ &= \min(\mu_{PmtSDKT}(123); \mu_{PsdSDKT}(22)) \\ &= \min(0,7; 0,8) \\ &= 0,7 \end{aligned}$$

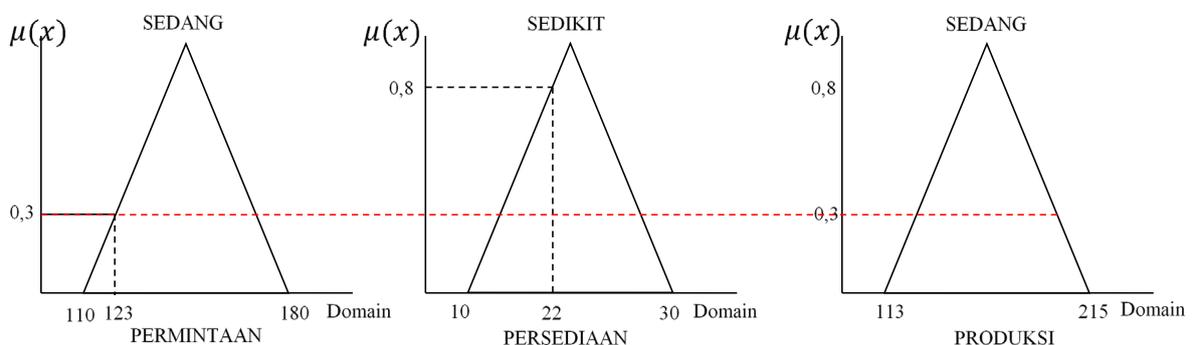


Gambar 5 Aturan ke-7 *fuzzy* Mamdani

[R12] *If* (Permintaan is Sedang) *and* (Persediaan is Sedikit) *then* (Produksi is Sedang)

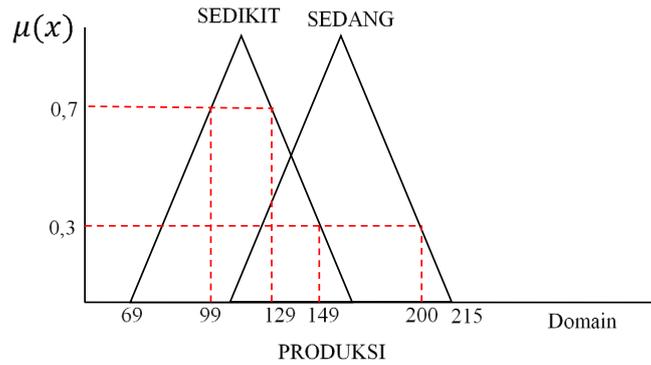
$$\begin{aligned} &= \min(\mu_{PmtSDG}(123); \mu_{PsdSDKT}(22)) \\ &= \min(0,3; 0,8) \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

$$\alpha\text{-prediksi} = \mu_{PmtSDG} \cup \mu_{PsdSDKT}$$



Gambar 6 Aturan ke-12 *fuzzy* Mamdani pada data ayam geprek

Daerah solusi *output* didapatkan dari gabungan daerah *output* sementara (lihat Gambar 7 dan Gambar 8)



Gambar 7 Gabungan output daerah fuzzy Mamdani

Titik potong pada daerah *output* dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut, untuk

$$\mu_{ProdSEDIKIT}(z) = 0,7$$

$$\mu_{ProdSDKT}(z) = \frac{z - 64}{50}; 64 < x \leq 114$$

$$0,7 = \frac{z - 64}{50}$$

$$z = 99$$

$$\mu_{ProdSDKT}(z) = \frac{164 - z}{50}; 114 < x \leq 164$$

$$0,7 = \frac{164 - z}{50}$$

$$z = 129$$

$$\mu_{ProdSDKT}(z) = 0,3$$

$$\mu_{ProdSDKT}(z) = \frac{164 - z}{50}; 114 < x \leq 164$$

$$0,3 = \frac{164 - z}{50}$$

$$z = 149$$

$$\mu_{ProdSDG}(z) = 0,3$$

$$\mu_{ProdSDG}(z) = \frac{215 - z}{51}; 164 < x \leq 215$$

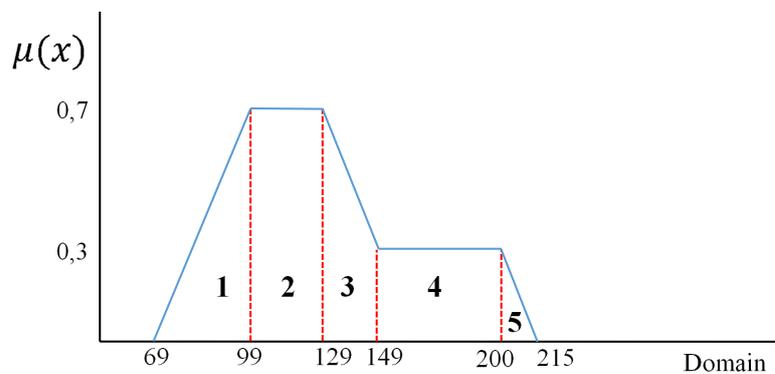
$$0,3 = \frac{215 - z}{51}$$

$$z = 200$$

Sehingga,

$$\mu_{Prod}(z) = \begin{cases} \frac{z - 64}{50}; 64 \leq x < 99 \\ 0,7; 99 \leq x < 129 \\ \frac{164 - z}{50}; 129 < x < 149 \\ 0,3; 149 \leq x \leq 200 \\ \frac{215 - z}{51}; 200 < x < 215 \end{cases}$$

4) Defuzzifikasi



Gambar 8 Solusi Fuzzy

Langkah terakhir yaitu defuzzifikasi dengan metode *centroid* dengan domain kontinu (Persamaan 6) sehingga:

$$z = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} = \frac{M1 + M2 + M3 + M4 + M5}{A1 + A2 + A3 + A4 + A5}$$

Menghitung momen

$$M1 = \int_{64}^{99} z \left(\frac{z-64}{50} \right) dz = 1069,833$$

$$M2 = \int_{99}^{129} z(0,7)dz = 2394$$

$$M3 = \int_{129}^{149} z \left(\frac{164-z}{50} \right) dz = 1376,667$$

$$M4 = \int_{149}^{200} z(0,3)dz = 2669,85$$

$$M5 = \int_{200}^{215} z \left(\frac{215-z}{51} \right) dz = 452,2059$$

Menghitung luas

$$A1 = \int_{64}^{99} \left(\frac{z-64}{50} \right) dz = 12,25$$

$$A2 = \int_{99}^{129} (0,7)dz = 21$$

$$A3 = \int_{129}^{149} \left(\frac{164-z}{50} \right) dz = 10$$

$$A4 = \int_{149}^{200} (0,3)dz = 15,3$$

$$A5 = \int_{200}^{215} \left(\frac{215-z}{51} \right) dz = 2,25$$

Menghitung titik pusat

$$Z = \frac{M1 + M2 + M3 + M4 + M5}{A1 + A2 + A3 + A4 + A5}$$

$$Z = \frac{1069,833 + 2394 + 1376,67 + 2669,85 + 452,2059}{12,25 + 21 + 10 + 15,3 + 2,25}$$

$$= \frac{1962,556}{60,8}$$

$$= 130,97 \approx 131$$

Sehingga didapatkan *output* produksi ayam geprek dengan permintaan 123 porsi dan persediaan 22 porsi sebanyak 131 porsi (Hasil ini berbeda 1 satuan dengan hasil pada *toolbox*, hal ini dapat terjadi dikarenakan perbedaan ketelitian dibelakang koma). Penentuan jumlah produksi dengan metode Mamdani untuk periode Juni-September 2022 dapat menggunakan *rule viewer fuzzy* yang sudah dibentuk.

3.1 Uji MAPE

Untuk mengetahui keakuratan optimasi jumlah produksi ayam geprek dengan logika *fuzzy* menggunakan metode Mamdani maka dilakukan uji MAPE. Uji MAPE dilakukan dengan mengimplementasikan data periode 1 Juni-30 September 2022 ke dalam program. Data periode produksi dan hasil prediksi dibandingkan dengan data optimal (data yang diinginkan perusahaan). Dengan asumsi produksi yang diinginkan perusahaan adalah seluruh pesanan terpenuhi dan sisa penjualan ± 15 porsi sebagai persediaan periode selanjutnya. Hasil persentase MAPE berdasarkan Persamaan (7) pada data prediksi terhadap data optimal sebagai berikut:

$$\begin{aligned} MAPE_{prediksi} &= \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - f_t|}{A_t}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{8,54}{116} \times 100\% \\ &= 7,37\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MAPE_{perushn} &= \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - f_t|}{A_t}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{12,88}{116} \times 100\% \\ &= 11,09\% \end{aligned}$$

Nilai MAPE pada optimasi produksi dengan logika *fuzzy* kurang dari 20% dan lebih kecil dibanding nilai MAPE produksi perusahaan.

3.2 Menghitung Biaya Produksi

Biaya produksi diperoleh dari jumlah prediksi produksi ayam geprek dikalikan dengan biaya pembuatan produk setiap porsi. Perusahaan harus mengeluarkan biaya sebesar Rp. 7000 untuk membuat satu porsi ayam geprek. Biaya tetap diabaikan dan harga bahan baku tidak mengalami perubahan. Berdasarkan Persamaan (8) biaya produksi dapat dihitung dengan Persamaan (24). Pada periode 7 Juni 2022 perusahaan harus mengeluarkan biaya sebanyak Rp. 824000

$$\begin{aligned} B_{Total} &= (B_{vj} \times n_j) \\ &= (7000 \times 132) \\ &= 824000 \end{aligned} \tag{24}$$

3.3 Implementasi Metode pada GUI Matlab

Pada tahap ini akan disajikan optimasi produksi dengan logika *fuzzy* yang telah dibuat sebelumnya menjadi lebih sederhana dengan GUI

pada *software* Matlab yang ditunjukkan Gambar 9. Tampilan program didesain pada editor GUI, selanjutnya melengkapi skrip program GUI sesuai dengan fungsi setiap tombol. Langkah selanjutnya memasukkan nilai *input* pada kolom yang telah

tersedia sesuai dengan data yang telah diperoleh. Tekan proses untuk memulai menjalankan program, sehingga didapatkan hasil prediksi produksi yang optimal dengan logika *fuzzy* metode Mamdani.



Gambar 9 Tampilan Program pada GUI

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Optimasi jumlah produksi pada Warung Serbu dapat dilakukan dengan menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dengan menggunakan aturan-aturan *fuzzy* berdasarkan himpunan *fuzzy* pada variabel *input*. Tingkat kesalahan pada uji MAPE terhadap produksi periode Juni-September 2022 sebesar 7,4% untuk prediksi dengan logika *fuzzy* metode Mamdani, sedangkan untuk nilai MAPE pada data produksi perusahaan sebesar 11,09%. Prediksi jumlah ayam geprek pada Warung Serbu periode 7 Juni 2022 dengan logika *fuzzy* metode Mamdani sebanyak 132 porsi ayam geprek, sehingga total biaya produksi yang dikeluarkan sebesar Rp. 824000.

4.2 Saran

Pada penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dengan data ayam geprek yang dibagi menjadi dua variabel *input* (Permintaan

dan Persediaan) dan satu variabel *output* (Produksi) dan masing-masing variabel dibagi menjadi lima himpunan *fuzzy*. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel *input* maupun variabel *output* untuk memecahkan masalah yang lebih kompleks dan menambah jumlah himpunan *fuzzy*. Program komputer juga dapat dikembangkan dengan *software* lain seperti *java*, *maple*, *visual basic* maupun program lain.

5. REFERENSI

- [1] Limanseto, H., "Perkembangan UMKM sebagai *Critical Engine* Perekonomian Nasional Terus Mendapatkan Dukungan Pemerintah", <http://www.ekon.go.id>, 2022.
- [2] BPS, *Produksi Daging Ayam Ras Pedaging menurut Provinsi (Ton), 2020-2022*. Jakarta: BPS, 2023.
- [3] Yulianti, T., C. S. Shafira., M. R. Akbar, "Strategi UMKM dalam Menghadapi Persaingan Bisnis Global Studi Kasus pada

- PT. Muniru Burni Telong*”, *Journal Management, Bussines, and Accounting*, Vol, 19. No. 3, 2020.
- [4] Anugrahwaty, R., dan F. Azmi, “Analisis Prediksi Perencanaan Produksi dengan Fuzzy Logic Tsukamoto,” *Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, Vol. 1, no. 1, 2017.
- [5] Hakim P. N., S. Diyah., F. Ahmad., Marianti F. R. I., Budiyanto S, *Sistem Fuzzy-Panduan Lengkap Aplikatif*. Yogyakarta: CV Andi Offset, 2021.
- [6] Hooda, D. S., dan V. Raich, *Fuzzy Logic Models and Fuzzy Control*. Oxford: Alpha Science International Ltd, 2017.
- [7] Kusumadewi, S. dan S. Hartati, *NEURO FUZZY: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [8] Rizal, M. A., “Metode Fuzzy Mamdani untuk Penentuan Jumlah Pengadaan Produksi Barang”, *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol. 2, no. 9, 2022.
- [9] Sari, Y. R., “Aplikais Logika Fuzzy Mamdani dalam Menentukan Produksi Beras Tahun 2018 di Indonesia”, *Prosding Sistem Informasi dan Teknologi*. Padang 4-5 September, pp. 124-130. 2018.
- [10] Kurniawan, D. Y., dan V. Raich, “Penerapan Metode Logika Fuzzy dalam Menentukan Jumlah Produksi Sampul Rapor pada Percetakan Unika Grafika, *Jurnal Informatika Atma Jogja*, Vol. 3. No. 4, 2022.
- [11] Muflikhudin, B. dan Isaeni, “Optimasi Produksi Kripik Pangsit menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani”, *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan*, Vol. 1, no. 2, 2020.
- [12] Sanjaya, R., “Memprediksi Produksi Boba di Xing Fu Tang di Centre Point Mall Medan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani”, *Jurnal Kajian Ilmiah Teknologi Informasi dan Komputer*, Vol. 1, no. 1, 2022.
- [13] Kamsyakawuni, A., R. Gernowo dan E. A. Sarwoto, “Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Hipertiroid dengan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani”, *Jurnal Informatika*, Vol. 2, 2012. “
- [14] Batubara, S. “Analisis Perbandingan Metode fuzzy Mamdani dan Fuzzy Sugeno untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan”, *jurnal reseach and development*, Vol. 2, No. 1. 2017.
- [15] Mudasir, E. W., S. H. Sitorus., U. Ristian. “Aplikasi Prediksi Produksi Pakaian menggunakan Metode Fuzzy Mamdani”, *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, Vol 9, No. 3, 2021.
- [16] Nasution, V. M., dan G. Prakarsa, “Optimasi Produksi Barang menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani”, *Jurnal Media Informatika*, Vol 4, No. 1, 2020.
- [17] Wawan, W., M. Zuniati dan A. Setiawan, “Optimization of National Rice Production with Fuzzy Logic Using Mamdani Method”, *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science*, Vol, 1, No. 1. 2021.
- [18] Surdika, K. W., G. K. Gandhiadi, dan Harini. “Perbandingan Metode Tsukamoto, Metode Mamdani dan Metode Sugeno untuk Menentukan Produksi Dupa (Studi Kasus: CV. Dewi Bulan)”, *Jurnal Matematika*, Vol. 7, no. 2, 2018.
- [19] Heizer, J., B. Render, dan C. Munson, *Operation Management (Sustainability and Supply Chain Management)*, Edisi 12, USA: Pearson, 2017.
- [21] Nuswantoro S. A., *Interaksi Manusia dengan Komputer: Pengantar dan Prinsip Dasar*. Indramayu: CV Adanu Abima, 2023.
- [20] Dunia, F. A., W. Abdullah, dan N. I. Sallama, *Akutansi Biaya*, Edisi 4 revisi. Jakarta: Salemba Empat, 2018.