

Klobot Cigarette Production Prediction Using Mamdani's Fuzzy Logic Method

[Prediksi Produksi Rokok Klobot Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani]

Rizqi Noval Al-Faruq¹⁾, Hindarto Hindarto²⁾

¹⁾ Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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

Abstract. *This research explores the application of the Mamdani method in fuzzy logic for decision making regarding production quantities at the CV Oeloeng Cigarette Factory, Bojonegoro. Involving planning, these factories rely on fuzzy logic to calculate production in a period, dealing with roasting of previous inventory balances and uncertain sales estimates. By identifying variables through the stages of fuzzyfication, application of simplification, rules, and defuzzyfication, this method is implemented by referring to sales and inventory data from August 2022 to July 2023. The results project a production of klobot cigarettes of 4870 handlebars, with sales of 4120 handlebars and warehouse inventory 2800 handlebars, with an accuracy rate of 73.17%. These results can be considered sufficient to support decision making regarding production.*

Keywords – Production; Mamdani Fuzzy Logic Method; Klobot Cigarettes; matlab; Prediction

Abstrak. *Penelitian ini mengeksplorasi penerapan metode Mamdani dalam logika fuzzy untuk pengambilan keputusan terkait jumlah produksi di Pabrik Rokok CV Oeloeng, Bojonegoro. Melibatkan perencanaan, pabrik ini mengandalkan logika fuzzy untuk menghitung produksi dalam suatu periode, mengatasi ketidakpastian dari sisa persediaan sebelumnya dan estimasi penjualan yang tidak pasti. Dengan mengidentifikasi variabel-variabel melalui tahapan fuzzyfikasi, aplikasi simplikasi, aturan, dan defuzzyfikasi, metode ini diimplementasikan dengan merujuk pada data penjualan dan persediaan dari Agustus 2022 hingga Juli 2023. Hasilnya memproyeksikan produksi rokok klobot sebesar 4120 stang, dengan penjualan 4700 stang dan persediaan gudang 2800 stang, dengan tingkat keakuratan 73,17%. Hasil ini dapat dianggap cukup memadai untuk mendukung pengambilan keputusan terkait produksi..*

Kata Kunci – Produksi; Metode Logika Fuzzy Mamdani; Rokok Klobot; Matlab; Prediksi

I. Pendahuluan

Prediksi adalah proses memperkirakan apa yang akan terjadi berdasarkan data saat ini dan masa lalu untuk mengurangi presentase kesalahan[1]. Meramalkan tidak wajib menyajikan jawaban yang pasti terkait dengan peristiwa yang akan datang; sebaliknya, maksudnya adalah menemukan jawaban yang paling mendekati kemungkinan terjadinya[2]. Adanya prediksi menggunakan logika fuzzy diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan hasil produksi dan penjualan karena data akan tersedia.

CV Oeloeng adalah pabrik yang bergerak di bidang produksi rokok kretek dan klobot di Kecamatan Sumberrejo Kabupaten Bojonegoro. Pabrik ini dapat memproduksi ribuan bungkus per tahun. Jumlah produksi yang sesuai target pasar yang telah ditentukan oleh CV Oeloeng pasti dapat meningkatkan peluang keuntungan sesuai dengan penjualan dan persediaan yang ada sehingga hasilnya dapat berjalan dengan maksimal.

Rokok klobot adalah varian rokok tradisional yang terkenal karena menggunakan bungkus klobot, yakni kulit jagung yang telah mengering. Rokok klobot sudah ada sejak zaman dahulu. Penggunaan klobot sebagai bungkus rokok merupakan praktik yang umum terjadi sebelum adanya mesin untuk produksi massal rokok dan sebelum kertas menjadi bahan pembungkus rokok yang lebih umum. Walaupun tergolong rokok jenis lama tapi rokok klobot masih dapat bersaing dipasaran dengan rokok zaman sekarang.

Dari latar belakang ini, dibutuhkan untuk menginvestigasi dan menerapkan metode logika fuzzy dalam memprediksi produksi

rokok. Diharapkan dengan memanfaatkan kemajuan dalam analisis data dan pemodelan matematis, CV Oeloeng dapat menangani tantangan yang terkait dengan perencanaan dan produksi.

Peneliti menemukan bahwa ada beberapa masalah dalam proses prediksi produksi rokok klobot yang masih berupa angan-angan, yang bisa berakibat kesalahan. Untuk menetapkan jumlah rokok klobot yang akan diproduksi, ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan. Faktor-faktor tersebut adalah penjualan, persediaan, dan hasil produksi [3]. Dari masalah tersebut, Untuk memaksimalkan keuntungan Pabrik Rokok CV Oeloeng prediksi produksi rokok harus dibuat untuk mengatasi masalah tersebut.

II. METODE

Proses Logika Fuzzy

A. Fuzzyfikasi

Langkah pertama saat menggunakan Metode Mamdani adalah membentuk himpunan fuzzy dengan nilai input diubah menjadi fungsi keanggotaan fuzzy. Dalam kerangka penelitian ini, terdapat tiga variabel fuzzy yang diidentifikasi, yaitu:

- Penjualan
Terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yakni: TURUN, NORMAL, dan NAIK
- Persediaan
Terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yakni: SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK
- Produksi
Terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yakni: BERKURANG, STANDART, dan BERTAMBAH

B. Aplikasi simplikasi dan aturan

Yaitu menerapkan aturan-aturan yang berasal dari hasil inputan yang dihasilkan dari proses fuzzyfikasi. Pada tahap ini, dilakukan proses operasi antar variabel fuzzy yang melibatkan penggabungan dua atau lebih himpunan fuzzy. Terdapat tiga operasi yang terlibat, yaitu

- Operator AND
Pada operator ini, himpunan terkait melibatkan operasi interseksi. Nilai keanggotaan terendah di antara dua himpunan dapat diambil untuk memperoleh hasil dari operasi AND (Debora Mait et al., 2022).
 $\mu A \cap B = \min(\mu Ax, \mu By)$
- Operator OR
Pada operator ini, terlibat dalam operasi union pada himpunan. Nilai keanggotaan terbesar di antara dua himpunan dapat diambil untuk memperoleh hasil dari operasi OR (Debora Mait et al., 2022).
 $\mu A \cup B = \max(\mu Ax, \mu By)$
- Operator NOT
Pada operator ini, melibatkan operasi komplement pada himpunan. Nilai keanggotaan elemen dalam himpunan dapat dikurangkan dengan satu untuk memperoleh hasil dari operasi NOT (Debora Mait et al., 2022).
 $\mu A' = 1 - \mu A[x]$

C. Defuzzyfikasi

Defuzzifikasi merupakan tahap di mana keluaran dari sistem logika fuzzy diubah menjadi nilai konkret yang dapat diterapkan dalam suatu konteks aplikasi (Adhi Santoso and Setiawati, 2023). Dalam proses defuzzifikasi, inputnya merupakan himpunan fuzzy yang muncul dari komposisi aturan fuzzy, sementara outputnya adalah nilai dalam domain himpunan fuzzy tersebut. Peneliti menggunakan metode centroid area, yaitu dengan membagi luas momen dengan luas area (Priswanto et al., 2019).

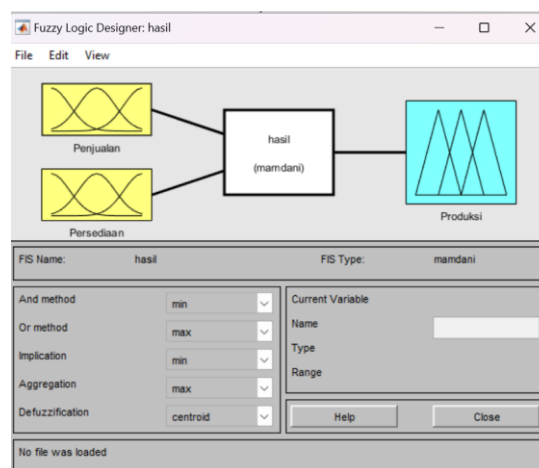
$$z_{COA} = \frac{\int z \mu A(z) z dz}{\int z \mu A(z) dz}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian wawancara dengan pihak yang memiliki tanggung jawab dalam mencatat pemasukan dan pengeluaran rokok klobot di CV Oeloeng. Wawancara ini bertujuan untuk menghimpun informasi terkait produksi, persediaan, dan penjualan rokok klobot selama rentang waktu Agustus 2022 hingga Juli 2023. Untuk lokasi penelitian berada di Sumuragung, Kecamatan Sumberrejo, Kabupaten Bojonegoro. Informasi penelitian dapat disimak dalam Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Data Penjualan, Persediaan, dan Produksi

No	Bulan / Tahun	Produksi / Stang	Persediaan / Stang	Penjualan / Stang
1	Agustus 2022	6769	2584	5451
2	September 2022	3179	3902	4992
3	Oktober 2022	8166	2089	5406
4	November 2022	3296	4849	5191
5	Desember 2022	6965	2954	6931
6	Januari 2023	1973	2988	3037
7	Februari 2023	4396	1924	4055
8	Maret 2023	3537	2265	4373
9	April 2023	5768	1429	5336
10	Mei 2023	3892	1861	3215
11	Juni 2023	3854	2538	4730
12	Juli 2023	6166	1662	5343

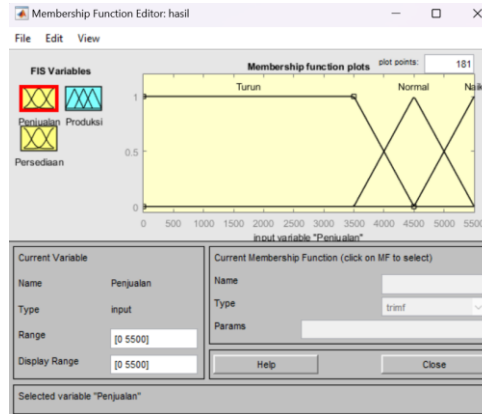


Gambar 1. Tampilan Variabel

Dalam kerangka penelitian ini, diterapkan tiga variabel yang terdiri dari dua variabel input, yakni variabel penjualan dan variabel persediaan. Selanjutnya, terdapat satu variabel output, yaitu variabel produksi. Dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2. Data Variabel

No	Variabel	Nilai	Kisaran data / Stang
1	Penjualan	Naik	$z > 5.500$
		Normal	$3.500 < z < 5.500$
		Turun	$z < 3.500$
2	Persediaan	Banyak	$y > 3.500$
		Sedang	$2.500 < y < 3.500$
		Sedikit	$y < 2.500$
3	Produksi	Bertambah	$x > 5.500$
		Standart	$2.500 < x < 5.500$
		Berkurang	$x < 2.500$



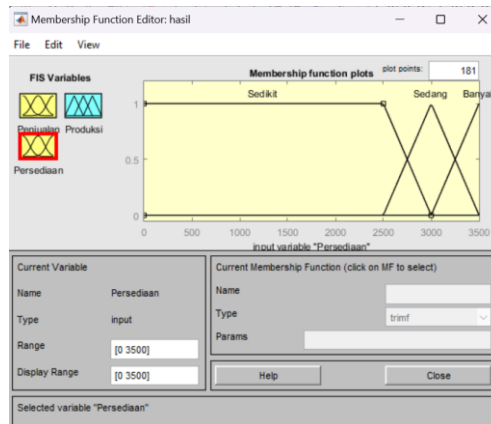
Gambar 2. Tampilan Grafik Penjualan

Variabel penjualan terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yakni TURUN, NORMAL, dan NAIK. Dengan Panjang range 0 sampai 5500. Himpunan fuzzy turun memiliki kurva berbentuk trapezium, himpunan fuzzy normal memiliki kurva segitiga, dan himpunan fuzzy naik memiliki kurva trapezium.

$$\mu_{PJ\text{turun}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 4500 \\ \frac{4500 - x}{4500 - 3500}; & 3500 < x < 4500 \\ 1; & x \leq 3500 \end{cases}$$

$$\mu_{PJ\text{normal}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3500 \text{ atau } x \geq 5500 \\ \frac{x - 3500}{4500 - 3500}; & 3500 < x < 4500 \\ \frac{5500 - x}{5500 - 4500}; & 4500 < x < 5500 \\ 1; & x = 4500 \end{cases}$$

$$\mu_{PJ\text{naik}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 4500 \\ \frac{x - 4500}{5500 - 4500}; & 4500 < x < 5500 \\ 1; & x \geq 5500 \end{cases}$$



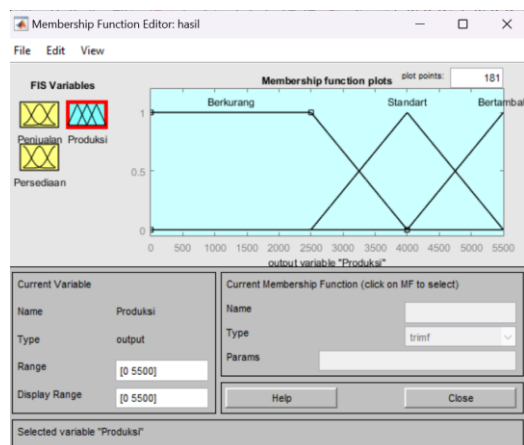
Gambar 3. Tampilan Grafik Persediaan

Variabel persediaan dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK, dengan rentang panjang 0 hingga 3500. Himpunan fuzzy SEDIKIT memiliki kurva berbentuk trapezium, himpunan fuzzy SEDANG memiliki kurva segitiga, dan himpunan fuzzy BANYAK memiliki kurva trapezium.

$$\mu_{PS\text{sedikit}}[y] = \begin{cases} 0; & y \geq 3000 \\ \frac{3000 - y}{3000 - 2500}; & 2500 < y < 3000 \\ 1; & y \leq 2500 \end{cases}$$

$$\mu_{PS\text{sedang}}[y] = \begin{cases} 0; & y \leq 2500 \text{ atau } y \geq 3500 \\ \frac{y - 2500}{3000 - 2500}; & 2500 < y < 3000 \\ \frac{3500 - y}{3500 - 3000}; & 3000 < y < 3500 \\ 1; & y = 3000 \end{cases}$$

$$\mu_{PS\text{banyak}}[y] = \begin{cases} 0; & y \leq 3000 \\ \frac{y - 3000}{3500 - 3000}; & 3000 < y < 3500 \\ 1; & y \geq 3500 \end{cases}$$



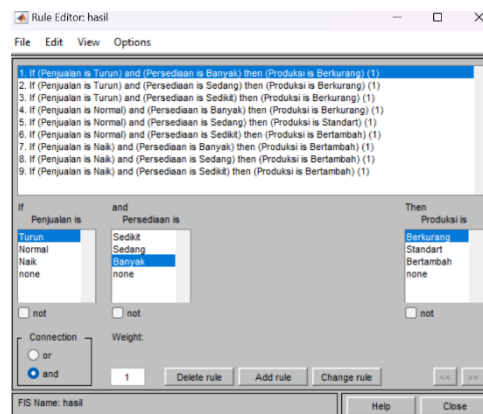
Gambar 4. Tampilan Grafik Produksi

Variabel produksi terdiri dari tiga himpunan fuzzy, yakni BERKURANG, STANDAR, dan BERTAMBAH. Dengan Panjang range 0 sampai 5500. Himpunan fuzzy berkurang memiliki kurva berbentuk trapezium, himpunan fuzzy standart memiliki kurva segitiga, dan himpunan fuzzy bertambah memiliki kurva trapezium.

$$\mu_{PD\text{berkurang}}[z] = \begin{cases} 0; & z \geq 2500 \\ \frac{4000 - z}{4000 - 2500}; & 2500 < z < 4000 \\ 1; & z \leq 2500 \end{cases}$$

$$\mu_{PD\text{standart}}[z] = \begin{cases} 0; & z \leq 2500 \text{ atau } z \geq 5500 \\ \frac{z - 2500}{4000 - 2500}; & 2500 < z < 4000 \\ \frac{5500 - z}{5500 - 4000}; & 4000 < z < 5500 \\ 1; & z = 4000 \end{cases}$$

$$\mu_{PD\text{bertambah}}[z] = \begin{cases} 0; & z \leq 4000 \\ \frac{z - 4000}{5500 - 4000}; & 4000 < z < 5500 \\ 1; & z \geq 5500 \end{cases}$$

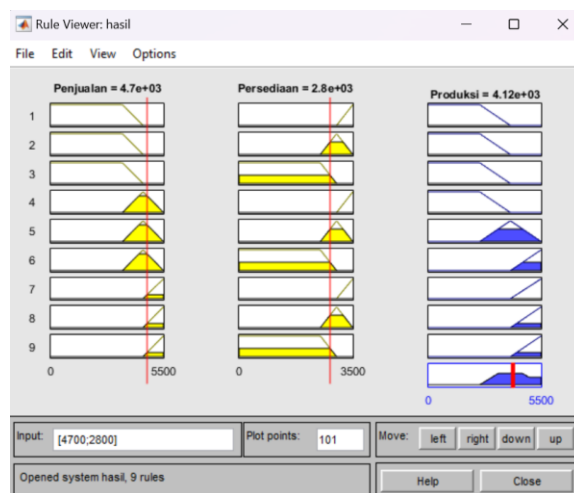


Gambar 5. Tampilan Aturan Fuzzy

Produksi di CV Oeloeng mengimplementasikan sembilan aturan fuzzy dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3. Aturan Fuzzy

Rules	Penjualan	Persediaan	Produksi
[R1]	TURUN	BANYAK	BERKURANG
[R2]	TURUN	SEDANG	BERKURANG
[R3]	TURUN	SEDIKIT	BERKURANG
[R4]	NORMAL	BANYAK	BERKURANG
[R5]	NORMAL	SEDANG	STANDART
[R6]	NORMAL	SEDIKIT	BERTAMBAH
[R7]	NAIK	BANYAK	BERTAMBAH
[R8]	NAIK	SEDANG	BERTAMBAH
[R9]	NAIK	SEDIKIT	BERTAMBAH



Gambar 6. Tampilan Sampel Defuzzyfikasi

Langkah terakhir dalam proses logika fuzzy mamdani adalah defuzifikasi[4]. Metode centroid melakukan perhitungan titik tengah dari area di bawah kurva himpunan fuzzy keluaran[5]. Dan logika crips, yang merupakan keluaran dari fuzzy, diperoleh dengan defuzifikasi[6]

Setelah dilakukan uji coba sampel dengan target penjualan sebanyak 4700 stang dan sisa persediaan sebanyak 2800 stang, jumlah produksi ideal yang dihitung menggunakan metode fuzzy Mamdani menggunakan matlab adalah sekitar 4120 stang.

Lalu dilakukan perhitungan juga secara manual untuk membandingkan hasil dari perhitungan di aplikasi matlab

Apabila penjualan mencapai 4700, maka derajat keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah

- Himpunan fuzzy turun,
 $\mu_{PJ\text{turun}}[4700] = 0$
- Himpunan fuzzy normal,

$$\begin{aligned}\mu_{PJ\text{normal}}[4700] &= \frac{5500 - 4700}{5500 - 4500} \\ &= \frac{800}{1000} \\ &= 0,8\end{aligned}$$
- Himpunan fuzzy naik

$$\begin{aligned}\mu_{PJ\text{naik}}[4700] &= \frac{4700 - 4500}{5500 - 4500} \\ &= \frac{200}{1000} \\ &= 0,2\end{aligned}$$

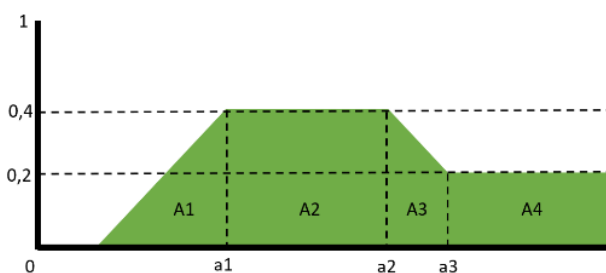
Apabila persediaan mencapai 2800, maka derajat keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah

- Himpunan fuzzy sedikit,

$$\begin{aligned}\mu_{PS\text{sedikit}}[2800] &= \frac{3000 - 2800}{3000 - 2500} \\ &= \frac{200}{500} \\ &= 0,4\end{aligned}$$
- Himpunan fuzzy sedang,

$$\begin{aligned}\mu_{PS\text{sedang}}[2800] &= \frac{2800 - 2500}{3000 - 2500} \\ &= \frac{200}{500} \\ &= 0,4\end{aligned}$$
- Himpunan fuzzy banyak,
 $\mu_{PS\text{banyak}}[2800] = 0$

Berdasarkan daerah hasil pada gambar 6 yang dapat di perbesar sebagai berikut :



Gambar 7. Daerah Hasil

$$\mu_{PD}[z] = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & z \leq 2500 \\ \frac{z-2500}{3100-2500}; & 2500 < z < 3100 \\ 0,4; & 3100 < z < 4900 \\ \frac{5200-z}{5200-4900}; & 4900 < z < 5200 \\ 0,2; & z \geq 5200 \end{array} \right\}$$

Menghitung luas momen :

$$M1 = \int_{2500}^{3100} \frac{z-2500}{600} z dz = 870000$$

$$M2 = \int_{3100}^{4900} (0,4) z dz = 2880000$$

$$M3 = \int_{4900}^{5200} \frac{5200-z}{300} z dz = 750000$$

$$M4 = \int_{5200}^{5500} (0,2) z dz = 321000$$

Menghitung luas area setiap daerah :

$$A1 = \frac{(0 + 0,4) \times (3100 - 2500)}{2} = 120$$

$$A2 = 0,4 \times (4900 - 3100) = 720$$

$$A3 = \frac{(0,2 + 0,4) \times (5200 - 4900)}{2} = 90$$

$$A4 = 0,2 \times (5500 - 5200) = 60$$

Menghitung Centroid Of Area

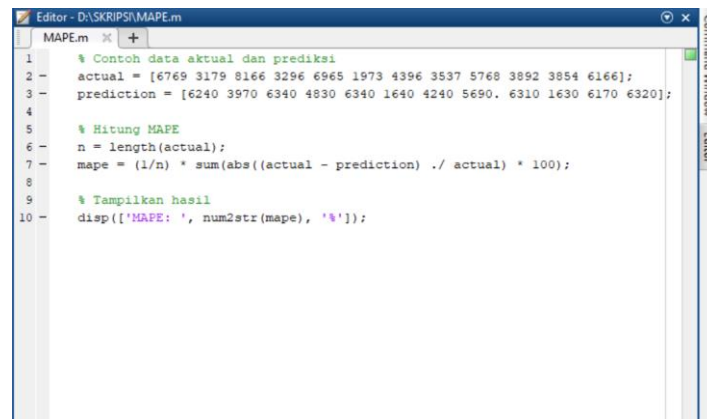
$$ZCOA = \frac{M1 + M2 + M3 + M4}{870000 + 2880000 + 750000 + 321000}$$

$$ZCOA = \frac{120 + 720 + 90 + 60}{4821000}$$

$$ZCOA = \frac{4821000}{990}$$

$$ZCOA = 4869,6970$$

Dengan perhitungan manual jika penjualan sebanyak 4700 stang dan sisa persediaan sebanyak 2800 stang, jumlah produksi ideal yang dihitung menggunakan metode fuzzy Mamdani adalah sekitar 4869,6970, yang dapat dibulatkan menjadi 4870 stang. Dengan begitu perhitungan di aplikasi matlab dan perhitungan manual sama-sama dapat memprediksi jumlah produksi.



```

1 % Contoh data aktual dan prediksi
2 actual = [6769 3179 8166 3296 6965 1973 4396 3537 5768 3892 3854 6166];
3 prediction = [6240 3970 6340 4830 6340 1640 4240 5690. 6310 1630 6170 6320];
4
5 % Hitung MAPE
6 n = length(actual);
7 mape = (1/n) * sum(abs((actual - prediction) ./ actual) * 100);
8
9 % Tampilkan hasil
10 disp(['MAPE: ', num2str(mape), '%']);

```

Gambar 8. Perhitungan MAPE

Pada gambar 8 untuk menentukan keakuratan metode dalam menilai hasil produksi, dapat dilakukan perhitungan menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error)[7]. MAPE akan mengindikasikan sejauh mana kesalahan prediksi dibandingkan dengan nilai actual[8]. Nilai MAPE yang lebih kecil menunjukkan hasil ramalan yang lebih baik.



```

>> fuzzy
>> MAPE
MAPE: 26.8314%
fx >>

```

Gambar 9. Hasil Nilai MAPE

Dari hasil MAPE tersebut memiliki nilai kesalahan sebesar 26,83141503 % dan nilai kebenaran sebesar 73,16858497 % dan hasil tersebut termasuk dalam kriteria cukup. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa metode tersebut dapat efektif digunakan untuk melakukan prediksi produksi rokok klobot di CV Oeloeng.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang prediksi produksi rokok klobot menggunakan metode logika fuzzy Mamdani, dapat disimpulkan bahwa dengan menghitung target penjualan sebesar 4700 dan sisa persediaan sebesar 2800, produksi yang dianggap optimal adalah sebesar 4869,6970, atau jika dibulatkan, sebesar 4870. Sedangkan jika dihitung menggunakan aplikasi matlab mendapatkan hasil 4120. Meskipun terdapat nilai kesalahan sebesar 26,83141503 % namun presentase kebenaran sebesar 73,16858497 % dan termasuk dalam kategori cukup. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa metode tersebut efektif dalam memprediksi produksi rokok klobot di CV Oeloeng.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti ingin menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan doa sepenuhnya dalam menjalankan riset ini. Kami mengucapkan terimakasih kepada pihak Pabrik Rokok CV Oeloeng yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian yang dapat membantu peneliti untuk mendapatkan hasil terbaik dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Nurhayati and I. Immanudin, "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Prediksi Pengadaan Peralatan Rumah Tangga Rumah Sakit," *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 81–87, Oct. 2019, doi: 10.34010/komputika.v8i2.2254.
- [2] A. Shoniya and A. Jazuli, "PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI PAKAIAN DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO STUDI KASUS KONVEKSI NISA," 2019.
- [3] C. Parsaulyan PMAibang and A. Mahmud Husein, "Prediksi Jumlah Produksi Palm Oil Menggunakan Fuzzy Inference System Mamdani," *Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan*, vol. 2, no. 2, pp. 400–407, 2019.
- [4] 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.
- [5] N. Adhi Santoso and W. Setiawati, "Penerapan Metode Logika Fuzzy dalam Menentukan Harga Gabah pada Petani," *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 3, pp. 1355–1366, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i3.12694.
- [6] B. Fatkhurrozi, S. Nisworo, and S. Sumardi, "Optimasi Proses Gasifikasi Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani," *AVITEC*, vol. 4, no. 2, p. 151, Jul. 2022, doi: 10.28989/avitec.v4i2.1261.
- [7] L. Susanti, "ANALISIS KEPUASAN PELANGGAN TERHADAP KUALITAS PRODUK DAN PELAYANAN DENGAN MENGGUNAKAN KOMPARASI FUZZY INFERENCE SYSTEM," *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, vol. 2, no. 4, pp. 378–386, 2022.
- [8] H. D. Bhakti and H. Abror, "Aplikasi Adaptive Neuro Fuzzy System (ANFIS) Untuk Mem-prediksi Kebutuhan Gas Bumi Indonesia," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 4, no. 2, pp. 73–84, Aug. 2022, doi: 10.35746/jtim.v4i2.198.

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.