

Optimalisasi Jumlah Produksi Wajan Menggunakan *Fuzzy Inference System* Metode Min-Max Di WL Aluminium Yogyakarta

Ronaldy Alfiki¹, Argaditia Mawadati*², Muhammad Yusuf³

^{1,2,3}Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, IST Akprind, Yogyakarta, Indonesia
e-mail: ¹ronaldyalfiki@gmail.com, *²mawadati@akprind.ac.id, ³yusuf@akprind.ac.id

Abstract

The main problem that occurs at the WL Aluminum company is the determination for their amount of production that has not been maximized, it can be seen from the piles of supply of goods due to excessive production (over production) and running out of raw materials or (stock out). WL Aluminum company shows a percentage of experiencing material shortages standard (stock out) of 7.28% on average per month. So the purpose of this research is to determine the optimal amount of production of frying pans so that there is no overproduction or stock out. Fuzzy logic is believed to be flexible and has tolerance for various available data. Based on fuzzy logic, it can produce a pattern from a system that can predict the quantity of production. By using the Min-Max Fuzzy Inference System method, it is possible to estimate the amount of wok production in WL Aluminium, with a truth value of 93.36%. with actual production from February 2019 to June 2020 it was obtained at 6.64% and in this case the determination of production quantities and forecasting is said to be very good because the average percentage error value is <10%.

Keywords : *Fuzzy, Inventory, Min-Max, Production, Stock Out*

Abstrak

Persoalan mendasar yang terjadi bagi perusahaan WL Aluminium yakni penentuan jumlah produksi yang belum maksimal, bisa dilihat dengan terdapatnya tumpukan pasokan barang disebabkan pembuatan produk yang berlebihan (*over production*) serta kehabisan bahan baku (*stock out*). perusahaan WL Aluminium menunjukkan persentase mengalami kekurangan bahan baku (*stock out*) sebesar 7,28% rata-rata perbulan. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jumlah produksi optimal wajan agar tidak terjadi *over production* maupun *stock out*. Logika fuzzy dipercaya bisa fleksibel serta mempunyai toleransi atas berbagai data yang tersedia. Dengan bersumberkan pada logika fuzzy, dapat menghasilkan sebuah pola dari sistem yang bisa memperdiksikan kuantitas produksi. Dengan menggunakan Fuzzy Inference System Metode Min-Max dapat diperkirakan jumlah produksi wajan di WL Aluminium, dengan nilai kebenaran sebesar 93,36%. dengan produksi sebenarnya selama Februari 2019 hingga Juni 2020 didapat sebesar 6,64% dan dalam hal ini penentuan jumlah produksi dan peramalan dikatakan sangat baik karena nilai presentase kesalahan rata-rata < 10%.

Kata Kunci: *Fuzzy, Min-Max, Persediaan, Produksi, Stock Out*

PENDAHULUAN

Sebuah perusahaan pasti mengharapkan akan bisa mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya. Berbagai macam hal yang mempunyai pengaruh dalam memaksimalkan sebuah keuntungan antara lain biaya transportasi, biaya produksi, atau teknik untuk penjualan. Dalam perusahaan, memaksimalkan pembuatan produk bisa menghasilkan sebuah dampak yang besar. Selain memaksimalkan bahan baku yang dipakai, hal ini juga akan memiliki dampak dalam bidang finansial dikarenakan bisa memprediksikan pembelian bahan baku, bahkan dapat memaksimalkan sebuah produksi ataupun meminimalkan biaya penyimpanan serta transportasi.

Pembuatan produk yang sangat berlebihan bisa menyebabkan sebuah kerugian, sehingga bisa menjadi problem untuk perusahaan. Kuantitas permintaan yang tidak tentu mengakibatkan sebuah ketidakpastian untuk menetapkan kuantitas pembuatan produk, diperlukan sebuah metode supaya kuantitas produksi dapat optimal agar perusahaan bisa mencegah adanya sebuah kerugian dan memperoleh sebuah keuntungan.

Logika fuzzy dinilai bisa menggambarkan sebuah ruang input ke dalam sebuah ruang output tanpa

membiarkan berbagai macam aspek yang ada. Menurut Ginanjar (2011) berbagai macam faktor yang merupakan hambatan pada pengambilan kebijakan serta keputusan guna menetapkan kuantitas produk yang hendak diproduksi yakni kuantitas persediaan dan permintaan.

Penentuan jumlah produksi ini nantinya akan menerapkan metode logika fuzzy. Logika fuzzy pertama kali dicetuskan oleh Zadeh (1965) yang dijadikan sebagai pengembangan logika konvensional Boolean yang sudah dikembangkan guna mengatasi konsep kebenaran parsial, yakni nilai kesalahan absolute (disajikan dengan nilai 0) serta nilai kebenaran yang terletak diantara absolute (disajikan dengan nilai 1) atau diantara kebenaran dan kesalahan.

WL Aluminium Yogyakarta adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bagian pembuatan kelengkapan rumah tangga misalnya panci, wajan, ketel, panci, ketel, panci tutup kaca dandang. Perusahaan ini pun mulai memperjualbelikan berbagai macam barang yang diproduksi sendiri sehingga membuat perusahaan ini tumbuh menjadi penyalur. Persoalan mendasar yang terjadi pada perusahaan WL Aluminium dalam pengambilan keputusan pada penetapan kuantitas produk wajan ukuran 36 yang belum maksimal. Hal ini dibuktikan dengan terdapatnya tumpukan pasokan barang disebabkan pembuatan produk yang berlebihan (*over production*) serta kehabisan bahan baku atau (*stock out*), sehingga berpengaruh dalam memicu biaya pada penyimpanan serta berpengaruh dalam kualitas barang atau produk.

Data persediaan bahan baku dalam perusahaan WL Aluminium menunjukkan persentase mengalami kekurangan bahan baku (*stock out*) sebesar rata-rata 7,28% perbulan. Masalah tersebut muncul karena ketidakpastian pemesan yang dilakukan oleh pasar dan ketidaktepatan pihak manajemen untuk mengambil suatu keputusan dalam penentuan jumlah produksi. Sehingga perusahaan tidak dapat mengetahui nilai optimal produksi untuk setiap bulan berikutnya.

WL Aluminium selama ini masih menggunakan sistem konvensional yaitu hanya didasarkan pada jumlah permintaan periode sebelumnya. Data kuantitas permintaan yang didapatkan bisa dilihat bahwa terdapat ketidakpasatian atas kuantitas permintaan yang mengakibatkan juga terjadinya ketidakpastian dalam memproduksi produk.

Berdasarkan masalah di atas maka dilakukan penelitian untuk meminimalisir kesalahan penentuan jumlah produksi menggunakan FIS (Fuzzy Inference System) Metode Min-Max dengan peramalan (*forecasting*).

Pemodelan Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode Min-Max sudah digunakan dalam peramalan data time series khususnya dalam bidang ekonomi dan industri (Sembiring, 2009). Mufid (2010) menggunakan metode Min-Max untuk memprediksi penentuan jumlah produksi televisi merk "X". Penerapan metode Min-Max juga digunakan untuk mengoptimalkan jumlah produksi minyak kelapa sawit di PT. Waru Kaltim Plantation oleh Akbar (2017). Selain itu penggunaan logika fuzzy secara luas juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan bahan baku dalam rangka menghasilkan keuntungan yang maksimal dan menghasilkan waste yang minimal seperti penentuan kombinasi produk serta mengalokasikan sumber daya secara optimal (Asih dan Najah, 2011). Kemudian penelitian juga dilakukan oleh Zendarto (2013) untuk menentukan perencanaan jumlah produksi mi instan.

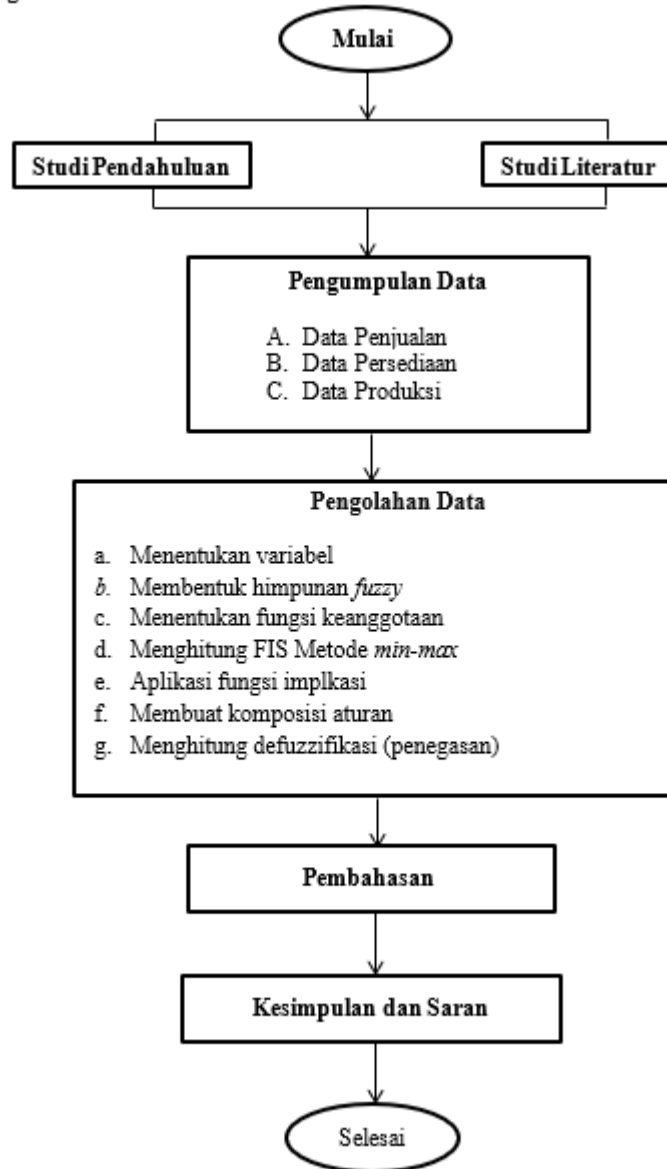
METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilaksanakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian dimulai dengan studi pendahuluan, studi literatur dan pengumpulan data. Data yang digunakan merupakan data penjualan, data persediaan, dan data produksi selama kurun waktu satu tahun. Kemudian dilanjutkan pengolahan data yang diawali dengan peramalan permintaan yang akan digunakan dalam penentuan jumlah produksi. Penentuan metode peramalan yang digunakan berdasarkan pola data historis, kemudian dibandingkan nilai erornya untuk menentukan hasil metode peramalan yang paling tepat (Petropoulos et al, 2022). Verifikasi dan validasi hasil peramalan kemudian dilakukan untuk memastikan data hasil peramalan dapat dilanjutkan untuk digunakan (Januschowski, 2022).

Langkah berikutnya adalah pengolahan data menggunakan Fuzzy Inference System. Fuzzy Inference System dikenal juga sebagai fuzzy inference engine ialah sebuah bentuk perhitungan yang berdasarkan kepada konsep kelompok fuzzy, peraturan fuzzy berwujud IF-THEN serta pemikiran fuzzy.

Kaidah ini memiliki manfaat guna menetapkan keputusan melewati prosedur tertentu dengan menggunakan peraturan inferensi berdasarkan pada logika fuzzy (Sri dan Purnomo, 2013).

Metode *Min-Max* pada kaidah *Min-Max* ini, dalam tiap peraturan yang berwujud keterlibatan (“sebab-akibat”) anteseden yang memiliki wujud *min* atau minimum, sebaliknya konsekuen gabungannya memiliki wujud *max* atau maksimum (*Max*), dikarenakan kelompok peraturannya memiliki sifat independen atau tidak saling berkaitan.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil untuk pengolahan data dalam penentuan jumlah produksi yang optimal di WL Aluminium meliputi data penjualan wajan, data persediaan wajan dan data produksi yang sudah dihasilkan perusahaan selama periode Januari 2019 – Juni 2020 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

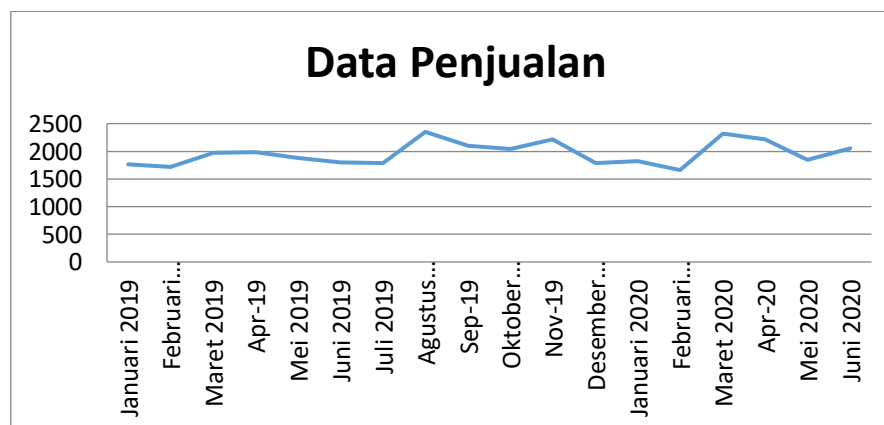
Tabel 1 Data Penjualan, Persediaan, dan Produksi

| Bulan | Penjualan (pcs) | Produksi (pcs) | Persediaan (pcs) |
|---------------|-----------------|----------------|------------------|
| Januari 2019 | 1760 | 1820 | 80 |
| Februari 2019 | 1720 | 1675 | 35 |

| | | | |
|----------------|------|------|------|
| Maret 2019 | 1970 | 1850 | -85 |
| April 2019 | 1985 | 2050 | 65 |
| Mei 2019 | 1875 | 1900 | 90 |
| Juni 2019 | 1800 | 1690 | -20 |
| Juli 2019 | 1785 | 2085 | 300 |
| Agustus 2019 | 2350 | 2000 | -50 |
| September 2019 | 2100 | 2000 | -100 |
| Oktober 2019 | 2040 | 2100 | 60 |
| November 2019 | 2215 | 2287 | 132 |
| Desember 2019 | 1786 | 2020 | 366 |
| Januari 2020 | 1820 | 1700 | 246 |
| Februari 2020 | 1660 | 1720 | 306 |
| Maret 2020 | 2320 | 1800 | -214 |
| April 2020 | 2210 | 2250 | 40 |
| Mei 2020 | 1850 | 2085 | 275 |
| Juni 2020 | 2050 | 1835 | 60 |

Peramalan

Peramalan wajan di WL Aluminium meramalkan output 1 bulan Juli 2019 untuk mendapatkan output permintaan yang akan digunakan dalam penentuan jumlah produksi. Dilihat dari jangka waktunya peramalan ini termasuk peramalan jangka pendek karena output yang dihasilkan peramalan dalam kurun waktu < 3 Bulan. Berdasarkan Tabel 1 untuk memudahkan pengidentifikasian pola data dan metode yang sesuai, dapat direpresentasikan dengan membuat pola pergerakan data historis menggunakan diagram garis pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 adapun pola data yang terbentuk adalah pola data stasioner (horizontal) hal tersebut dapat terlihat pola pergerakan data historis cenderung berfluktuatif dalam range nilai rata-rata yang konstan. Penjualan tidak mengalami kenaikan atau penurunan secara signifikan ataupun tidak mengalami kenaikan atau penurunan secara periodik



Gambar 1 Grafik Data Penjualan

Pola data permintaan di WL Aluminium adalah pola data stasioner (horizontal), melihat kecenderungan pola pergerakan penjualan di WL Aluminium, beberapa metode peramalan dapat digunakan adalah Metode Time Series, yakni Simple Average, Moving Average, Weighted Moving Average, Single Exponential Smoothing, dan Double Exponential Smoothing. Perbandingan hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil perhitungan peramalan dari metode terpilih yang digunakan akan dibandingkan keakuratannya. Metode yang menghasilkan nilai error terkecil, dapat dilihat pada Tabel 2 nilai MAD, dan MAPE terkecil terdapat pada metode SES.

Tabel 2 Perbandingan hasil peramalan

| Barang | Metode Peramalan | Nilai MAD | Nilai MSE | Nilai MAPE |
|--------|---------------------|-----------|-----------|------------|
| wajan | SA | 184,2366 | 50255,97 | 9,00853 |
| | MA 8 | 200,2125 | 47443,43 | 10,14217 |
| | WMA 3 | 194,1733 | 67299,88 | 9,583502 |
| | SES $\alpha = 0,34$ | 181,5473 | 54580,02 | 8,989408 |
| | DES $\alpha = 0,53$ | 186,4797 | 55835,78 | 9,260544 |

Proses validasi peramalan menggunakan uji paired sample t-test dikarenakan uji ini dapat menguji ada tidaknya perbedaan rata-rata untuk dua sampel yang berpasangan atau berhubungan. Perumusan hipotesis uji paired sample t-test dalam penelitian validasi peramalan terpilih menggunakan metode Single Exponential Smoothing adalah sebagai berikut :

H_0 = Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data permintaan aktual dengan hasil permintaan peramalan.

H_1 = Terdapat perbedaan yang signifikan antara data permintaan aktual dengan hasil permintaan peramalan.

Hasil validasi peramalan permintaan dengan metode Single Exponential Smoothing (SES) $\alpha = 0,34$ menggunakan software SPSS dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 nilai Sig (2-tailed) sebesar $0,283 \geq 0,05$ maka dapat dikatakan H_0 diterima, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data permintaan aktual dan permintaan peramalan menggunakan metode peramalan terpilih (Single Exponential Smoothing $\alpha=0,34$) dengan hasil peramalan output sebesar 2016 pcs.

Paired Samples Test

| | Paired Differences | | | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
|---|--------------------|----------------|-----------------|---|--------|--------|----|-----------------|
| | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | | | |
| | | | | Lower | Upper | | | |
| Pair 1 Permintaan Aktual-Permintaan Peramalan | -55.111 | 211.029 | 49.740 | -160.053 | 49.831 | -1.108 | 17 | .283 |

Gambar 2. Paired Sample Test

Fuzzy Inference System

Langkah pertama yang perlu dilakukan pada metode Fuzzy Inference System adalah penentuan statistika deskriptif. Perhitungan statistika deskriptif data permintaan, persediaan, produksi wajan di WL Aluminium dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisa Rekapitulasi Data

| | Permintaan (pcs) | Produksi (pcs) | Persediaan (pcs) |
|---------|------------------|----------------|------------------|
| Minimum | 1660 | 1675 | -214 |
| Maximum | 2350 | 2287 | 366 |
| Median | 1922,5 | 1950 | 62,5 |
| Mean | 1960,89 | 1937,06 | 88,11 |

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat dilihat terdapat beberapa ukuran pemusatan yaitu nilai minimum, maksimum, median, mean. Rekapitulasi produksi wajan di WL Aluminium berikut penjelasannya :

- 1) Nilai penjualan minimum wajan sebesar 1660 pcs diperoleh pada bulan Februari 2020, produksi minimum wajan sebesar 1675 pcs diperoleh pada bulan Februari 2019, persediaan minimum wajan sebesar -214 pcs (out of stock) diperoleh pada Maret bulan 2020.

- 2) Nilai penjualan maksimum wajan sebesar 2350 pcs diperoleh pada bulan Agustus 2019, produksi maksimum diperoleh 2287 pcs pada bulan November 2019 sedangkan persediaan maksimum wajan sebesar 366 pcs diperoleh pada bulan Desember 2019.
- 3) Nilai median dari penjualan wajan adalah sebanyak 1922,5 pcs, median produksi sebanyak 1950, median dari persediaan sebanyak 62,5 pcs.
- 4) Rata-rata penjualan wajan adalah sebanyak pcs 1960,89, rata-rata produksi wajan sebesar 1937,06 pcs, rata-rata persediaan wajan adalah sebanyak 88,11 pcs.

Setelah didapat nilai statistika deskriptif kemudian perlu dilakukan penentuan variabel input dan output. Nilai variabel input dan output merupakan nilai yang digunakan untuk membuat fungsi keanggotaan fuzzy variabel permintaan, persediaan, jumlah produksi. Nilai variabel input dan output ditentukan oleh peneliti berdasarkan nilai minimum, maksimum, dan median dari data. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Variabel Input

| Variabel | |
|--------------------|---------|
| Linguistik | Numerik |
| Permintaan Rendah | 1660 |
| Permintaan Sedang | 2005 |
| Permintaan Tinggi | 2350 |
| Persediaan Sedikit | -214 |
| Persediaan Sedang | 76 |
| Persediaan Banyak | 366 |

Tabel 5. Variabel Output

| Variabel | |
|------------------|---------|
| Linguistik | Numerik |
| Produksi Sedikit | 1675 |
| Produksi Cukup | 1981 |
| Produksi Banyak | 2287 |

Berdasarkan Tabel 3 maka, dibentuk himpunan yang dapat mengakomodir seluruh variabel yang ada seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan

| Fungsi | Nama Variabel | Semesta Pembicaraan | Keterangan |
|--------|---------------|---------------------|--|
| Input | Permintaan | [1660 - 2350] | Jumlah permintaan wajan perbulan (pcs) |
| | Persediaan | [-214 - 366] | Jumlah persediaan wajan perbulan (pcs) |
| Output | Produksi | [1675 - 2287] | Jumlah produksi wajan perbulan (pcs) |

Setelah penentuan variabel dan semesta pembicaraan kemudian dilanjutkan penentuan himpunan fuzzy-nya. Melihat data yang ada dan karakteristik data dalam perusahaan maka bisa dibuat tiga variabel yang akan dimodelkan yaitu :

1. Permintaan : terdiri dari tiga himpunan fuzzy, yaitu RENDAH, SEDANG, TINGGI
2. Persediaan : terdiri dari tiga himpunan fuzzy, yaitu : RENDAH, SEDANG dan TINGGI
3. Produksi : terdiri dari tiga himpunan fuzzy, yaitu : SEDIKIT, CUKUP, dan BANYAK

Adapun himpunan fuzzy dari hasil pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Himpunan Fuzzy

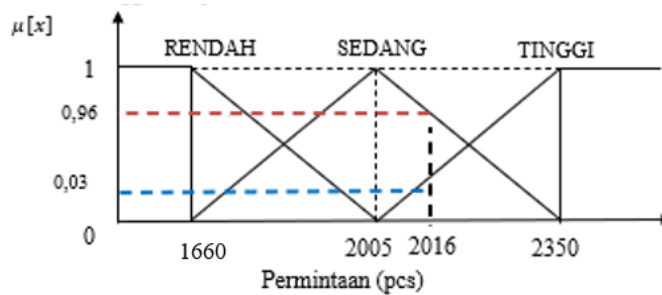
| Fungsi | Variabel | Nama Himpunan Fuzzy | Semesta Pembicaraan | Domain |
|--------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| Input | Permintaan | Rendah | [1660 - 2350] | 1660 - 2005 |
| | | Sedang | | 1660 - 2350 |
| | | Tinggi | | 2005 - 2350 |
| Input | Persediaan | Rendah | [-214 - 366] | -214 - 76 |
| | | Sedang | | (-214) - 366 |
| | | Tinggi | | 76 - 366 |
| Output | Produksi | Sedikit | [1675 - 2287] | 1675 - 1981 |

| | |
|--------|-------------|
| Cukup | 1675 – 2287 |
| Banyak | 1981 – 2287 |

FIS Min-Max

Menentukan *output* bulan Juli 2019 dibutuhkan nilai permintaan berdasarkan ramalan terbaik ialah sebanyak 2016 pcs, sedangkan jumlah persediaan bulan sebelumnya (Juni 2019) sebanyak 60 pcs, selanjutnya akan dihitung jumlah produksi untuk bulan Juli 2019. Berikut Gambar 3 Derajat keanggotaan variabel permintaan

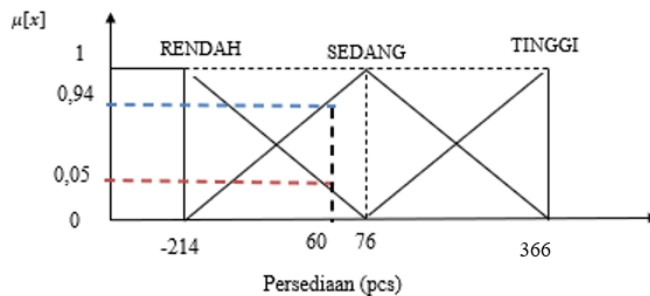
1) Fungsi keanggotaan permintaan



Gambar 3 Derajat keanggotaan variabel permintaan

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Permintaan RENDAH}} [2016] &= 0 \\ \mu_{\text{Permintaan SEDANG}} [2016] &= \frac{2350 - 2016}{2350 - 2005} = \frac{334}{345} = 0,96 \\ \mu_{\text{Permintaan TINGGI}} [2016] &= \frac{2016 - 2005}{2350 - 2005} = \frac{11}{345} = 0,03 \end{aligned}$$

2) Fungsi keanggotaan persediaan



Gambar 4. Derajat keanggotaan variabel persediaan

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Persediaan RENDAH}} [60] &= \frac{76 - 60}{76 - (-214)} = \frac{16}{290} = 0,05 \\ \mu_{\text{Persediaan SEDANG}} [60] &= \frac{60 - (-214)}{76 - (-214)} = \frac{274}{290} = 0,94 \\ \mu_{\text{Persediaan TINGGI}} [60] &= 0 \end{aligned}$$

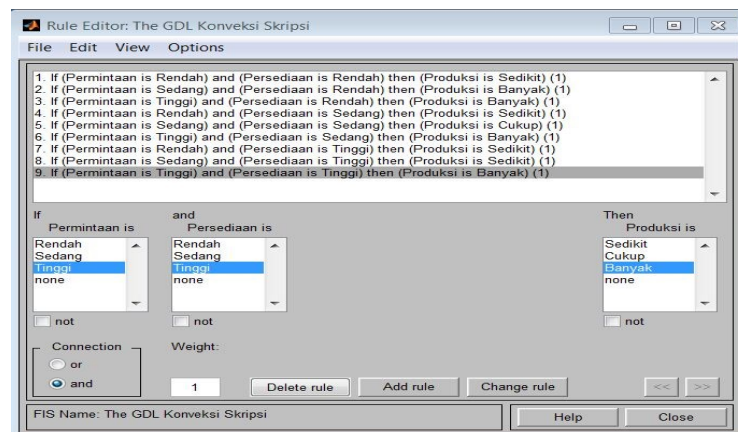
Tahap kedua dari pengoalahan *Fuzzy Inference System* Metode *Min-Max* adalah penerapan fungsi implikasi. Fungsi implikasi berguna untuk mengetahui hubungan antara premis-premis dan konklusinya. Bentuk dari fungsi implikasi ini adalah pernyataan IF *x* is A THEN is B, dengan *x* dan *y* adalah skalar, serta A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Dalam istilah logika *fuzzy*, proporsi yang mengikuti IF disebut antisenden, sedangkan proporsi yang mengikuti THEN disebut dengan konsekuen. Proporsi atau aturan *fuzzy* ini dapat diperluas dengan penghubung *fuzzy AND* (interseksi). Komposisi aturan inferensi *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Komposisi aturan-aturan inferensi fuzzy

| Aturan | Permintaan | Persediaan | Fungsi Implikasi | Produksi |
|--------|------------|------------|------------------|----------|
| R_1 | Rendah | Rendah | \Rightarrow | Sedikit |
| R_2 | Sedang | Rendah | \Rightarrow | Banyak |
| R_3 | Tinggi | Rendah | \Rightarrow | Banyak |
| R_4 | Rendah | Sedang | \Rightarrow | Sedikit |
| R_5 | Sedang | Sedang | \Rightarrow | Cukup |
| R_6 | Tinggi | Sedang | \Rightarrow | Banyak |
| R_7 | Rendah | Tinggi | \Rightarrow | Sedikit |
| R_8 | Sedang | Tinggi | \Rightarrow | Sedikit |
| R_9 | Tinggi | Tinggi | \Rightarrow | Banyak |

Susunan aturan fuzzy dipengaruhi oleh banyaknya variabel *input* dan variabel *output*. Dari dua variabel *input* dan *output*, susunan aturan yang memungkinkan peneliti buat dari pola data karakteristik data permintaan, persediaan dan produksi, maka aturan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aturan yang berlandaskan logika dari peneliti dan disambungkan dengan hubungan antara variabel permintaan-produksi dan persediaan-produksi pada *software* matlab.

Secara sederhana aturannya adalah *IF* Permintaan (...) *AND* Persediaan (...) *THEN* Produksi (...)
 $[R_1]$ = *IF* permintaan RENDAH *AND* persediaan RENDAH *THEN* produksi SEDIKIT
 $[R_2]$ = *IF* permintaan SEDANG *AND* persediaan RENDAH *THEN* produksi BANYAK
 $[R_3]$ = *IF* permintaan TINGGI *AND* persediaan RENDAH *THEN* produksi BANYAK
 $[R_4]$ = *IF* permintaan RENDAH *AND* persediaan SEDANG *THEN* produksi SEDIKIT
 $[R_5]$ = *IF* permintaan SEDANG *AND* persediaan SEDANG *THEN* produksi CUKUP
 $[R_6]$ = *IF* permintaan TINGGI *AND* persediaan SEDANG *THEN* produksi BANYAK
 $[R_7]$ = *IF* permintaan RENDAH *AND* persediaan TINGGI *THEN* produksi SEDIKIT
 $[R_8]$ = *IF* permintaan SEDANG *AND* persediaan TINGGI *THEN* produksi SEDIKIT
 $[R_9]$ = *IF* permintaan TINGGI *AND* persediaan TINGGI *THEN* produksi BANYAK
 Berikut aturan yang dibangun pada *software* Matlab dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rule Editor

Defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Centroid*. Hasil pengujian *input* permintaan terpilih melalui metode peramalan untuk bulan Juli 2019 sebesar 2016 pcs dan *input* persediaan bulan Juni 2019 sebesar 60 pcs. Menggunakan *software* Matlab untuk melihat jumlah produksi periode Februari 2019 – Juni 2020 berdasarkan Fuzzy Inference System Metode Min-Max yang telah diuji, berdasarkan data permintaan dan persediaan. Tabel 9 perbandingan hasil produksi FIS Min-Max dan produksi actual.

Tabel 9. Perbandingan hasil produksi

| Bulan | Permintaan (pcs) | Persediaan (pcs) | Produksi (pcs) | FIS Min-Max (pcs) |
|----------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Januari 2019 | 1760 | 80 | 1820 | |
| Februari 2019 | 1720 | 35 | 1675 | 1860 |
| Maret 2019 | 1970 | -85 | 1850 | 1980 |
| April 2019 | 1985 | 65 | 2050 | 2030 |
| Mei 2019 | 1875 | 90 | 1900 | 1960 |
| Juni 2019 | 1800 | -20 | 1690 | 1930 |
| Juli 2019 | 1785 | 300 | 2085 | 1940 |
| Agustus 2019 | 2350 | -50 | 2000 | 2180 |
| September 2019 | 2100 | -100 | 2000 | 2010 |
| Oktober 2019 | 2040 | 60 | 2100 | 2040 |
| November 2019 | 2215 | 132 | 2287 | 2040 |
| Desember 2019 | 1786 | 366 | 2020 | 1920 |
| Januari 2020 | 1820 | 246 | 1700 | 1790 |
| Februari 2020 | 1660 | 306 | 1720 | 1790 |
| Maret 2020 | 2320 | -214 | 1800 | 2130 |
| April 2020 | 2210 | 40 | 2250 | 2180 |
| Mei 2020 | 1850 | 275 | 2085 | 1950 |
| Juni 2020 | 2050 | 60 | 1835 | 1910 |

Perhitungan error dilakukan dengan MAPE didapatkan hasil sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{|X_i - F_i|}{X_i}}{n} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{112,839}{17} = 6,64\%$$

Perbandingan output perhitungan produksi Fuzzy Inference System Metode Min-Max mendapatkan presentase kesalahan peramalan menggunakan Mean Absolut Percentage Error (MAPE) diperoleh perbandingan dengan produksi sebenarnya selama Februari 2019 hingga Juni 2020 didapat sebesar 6,64% dan dalam hal ini penentuan jumlah produksi dan peramalan dikatakan sangat baik karena nilai presentase kesalahan rata-rata < 10%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengoptimalan jumlah produksi wajan bulan Juli 2019 menggunakan input permintaan dari metode peramalan Single Exponential Smoothing $\alpha = 0,34$ sebesar 2016 pcs, dan input persediaan bulan Juni 2020 sebesar 60 pcs didapatkan hasil sebesar 1980 pcs. Fuzzy Inference System Metode Min-Max yang telah dibangun dapat digunakan untuk memperkirakan penentuan jumlah produksi wajan di WL Aluminium, dengan nilai kebenaran sebesar 93,36%.

Perbandingan output perhitungan produksi Fuzzy Inference System Metode Min-Max mendapatkan presentase kesalahan peramalan menggunakan Mean Absolut Percentage Error (MAPE) diperoleh perbandingan dengan produksi sebenarnya selama Februari 2019 hingga Juni 2020 didapat sebesar 6,64% dan dalam hal ini penentuan jumlah produksi dan peramalan dikatakan sangat baik karena nilai presentase kesalahan rata-rata < 10%. Kesimpulan harus mengindikasikan secara jelas hasil-hasil yang diperoleh dan kelebihan dan kekurangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Wardani, A. R. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Informatika Mulawarman*, ISSN 1858-4853. Vol.12, No.2.
- Asih, E. W., & Najah, A. (2011). Perencanaan Kebutuhan Produk Guna Optimalisasi Waste dan Laba dengan Aplikasi Fuzzy Multi Objective Optimazation, *Jurnal Teknologi Technocientia*, 3(2), 179-184.
- GINANJAR. (2011). Menetapkan kuantitas produk yang diproduksi dengan menggunakan kuantitas persediaan dan permintaan. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, Vol.3 No 1.
- Januschowski, T., et al. (2022). Forecasting with trees. *International Journal of Forecasting*, Volume 38, Issue 4, Pages 1473-1481.

- Zadeh, L. A. (1965). *Penerapan Metode Logika Fuzzy, Sebagai Pengembangan Logika Konvensional Boolean Yang Sudah Dikembangkan Guna Mengatasi Konsep Kebenaran Parsial, Yakni Nilai Kesalahan Absolute*. Universitas Raharja.
- Mufid, A. (2010). Penentuan Jumlah Produksi Televisi Merk “X” Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknik Unisfat*, Vol.10 , No.2.
- Petropoulos, F., et all. (2022). Forecasting: theory and practice. *International Journal of Forecasting*, Volume 38, Issue 3, Pages 705-871.
- Sembiring, B. C. (2009). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Jumlah Produksi Lilin KZF (Kanzefarm). *Jurnal Teknik industri*. Universitas Persada Indoonesia. YAI. Jakarta
- Sri, K. dan Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy (Edisi Kedua)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Zendarto, N. E. (2013). Perencanaan Jumlah Produksi Mie Instan dengan Penegasan (Defuzzifikasi) Centroid Fuzzy Mamdani. *Jurnal Informatika Mulawarman*, Vol 12 No.2 ISSN 1858-4853.