

PERBANDINGAN METODE *FUZZY* TSUKAMOTO, MAMDANI DAN SUGENO DALAM PENENTUAN JUMLAH PEMASUKAN BERAS OPTIMUM PADA PERUM BULOG DIVISI REGIONAL SUMATERA UTARA

¹Febbry Ayu Anjani, ²Faridawaty Marpaung
Program Studi Matematika, Universitas Negeri Medan
febbry.a.a1402@gmail.com, farida2008.unim@gmail.com

Abstrak--Optimasi dalam pemasukan, persediaan dan pendistribusian beras di perum bulog sangat lah penting untuk menghindari terjadinya kelebihan maupun kekurangan dalam kegiatan tersebut. *Fuzzy* merupakan metode yang paling sering digunakan dalam masalah optimasi. Ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy*, yaitu Metode Mamdani, metode Tsukamoto dan metode Sugeno dan setiap metode memiliki metode dan hasil yang berbeda. Pada kasus pemasukan barang pada Perum Bulog Devisi Regional Sumatera Utara menggunakan metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Sugeno, hasil pemasukan yang diperoleh berbeda dengan hasil pemasukan sebenarnya. Maka, dilakukan perbandingan dengan mencari Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menemukan metode yang lebih dekat dengan pemasukan sebenarnya. Nilai MAPE untuk metode Tsukamoto 1,26% ,nilai MAPE untuk metode Mamdani 3,34%, dan nilai MAPE untuk Metode Sugeno 3,34% yang ketiga metode dalam tingkat kesalahan termasuk dalam kategori sangat baik dimana tingkat kesalahan semakin kecil maka akan semakin baik metode yang dilakukan. Pada penelitian ini metode Tsukamoto mempunyai tingkat kesalahan yang paling kecil sehingga dapat dikatakan metode fuzzy Tsukamoto yang lebih baik dari ketiga metode yang ada.

Kata Kunci: *Fuzzy, Tsukamoto, Mamdani, Sugeno, Mean Absolute Percentage Error*

Abstract--Optimizing the income, supply and distribution of rice at the Bulog Public Corporation is very important to avoid excess or deficiency in these activities. Fuzzy is the most frequently used method in optimization problems. There are three methods in the fuzzy inference system, namely the Mamdani method, the Tsukamoto method and the Sugeno method and each method has different methods and results. In the case of the entry of goods to the Regional Division of North Sumatra Bulog using the Tsukamoto method, the Mamdani method, and the Sugeno method, the income obtained is different from the actual income. Thus, a comparison is made by looking for the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value to find a method that is closer to the actual entry. The MAPE value for the Tsukamoto method is 1.26%, the MAPE value for the Mamdani method is 3.34%, and the MAPE value for the Sugeno method is 3.34%. method carried out. In this study, the Tsukamoto method has the smallest error rate, so it can be said that the Tsukamoto fuzzy method is better than the three existing methods.

Keywords: Crude Palm Oil (CPO), Forecasting, Double Exponential Smoothing, Double Moving Average, Mean Absolute Percentage Error

PENDAHULUAN

Beras salah satu bahan makanan nabati sebagai sumber karbohidrat yang tinggi. Beras paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia sebagai makanan pokok karena memiliki sumber karbohidrat tertinggi dibandingkan dengan jenis pangan lainnya dengan energi 360 kal dan 78.9 gram karbohidrat [1].

Perum BULOG adalah satu-satunya Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memiliki kekuatan untuk mengelola kebutuhan pangan dasar dan menanggapi kebijakan ketahanan pangan. Masalah yang sering dihadapi Perum BULOG adalah besarnya pemasukan beras dari ke Perum BULOG yang tidak dapat ditentukan, sehingga jumlah beras di Perum BULOG sangat berpengaruh terhadap pemasukan beras setiap bulannya. Maka Perum BULOG memerlukan suatu cara untuk mengoptimalkan pemasukan beras.

Pada Perum BULOG Medan pemasukan beras terbagi menjadi 2 bagian yaitu Cadangan Beras Pemerintah dan Beras Komersial. Cadangan Beras Pemerintah di peroleh dari import, pemindahan stok, dan Pengadaan oleh kilang dan TNI sementara itu Beras Komersial diperoleh langsung dari petani maupun kilang. Dalam memenuhi tujuan BULOG dalam ketersediaan, stabilitas, dan jangkauan maka Perum BULOG memerlukan suatu cara agar pemasukan beras setiap bulannya terpenuhi.

Banyaknya anggaran yang dikeluarkan maupun anggaran yang ditimbulkan karena persediaan yang berlebihan dapat memberikan kerugian bagi perusahaan, yang mana sebenarnya biaya yang dikeluarkan dapat digunakan untuk hal yang lebih menguntungkan sama juga dengan

kekurangan persediaan dimana hal tersebut akan merugikan perusahaan karena akan mengganggu proses kegiatan produksi maupun distribusi perusahaan. Jadi baik persediaan maupun produksi yang berlebihan maupun kekurangan akan sangat mempengaruhi keuntungan dalam perusahaan [2].

Metode yang paling umum digunakan dalam optimasi adalah teori *fuzzy*. *Fuzzy* merupakan cara yang tepat dalam memetakan ruang input ke ruang output. Perhitungan logika *fuzzy* menggunakan tiga metode yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Sugeno dimana setiap metode memiliki cara dan hasil yang berlainan [3].

Dalam penelitian (Anitaria 2019) metode Mamdani digunakan untuk menerapkan logika *fuzzy* pada proses optimasi jumlah biaya dan persediaan pada Perum BULOG Sub Divre Medan. Dari hasil penelitian ini *fuzzy* Mamdani dapat digunakan untuk memperkirakan pesanan beras setiap bulannya dengan data persediaan dan pengeluaran [4].

Penelitian (Siti Nurdini 2019) menggunakan Metode *Fuzzy* Sugeno. Metode ini memakai 3 variabel yaitu, variabel permintaan, persediaan, dan variabel produksi. Masing-masing variabel mempunyai 3 himpunan *fuzzy*, variabel permintaan merupakan turun, sedang, dan naik. Variabel persediaan terdiri berdasarkan sedikit, sedang, dan banyak. Dan variabel produksi berkurang, lumayan, dan bertambah. Dari output data uji yang dilakukan menggunakan Metode Sugeno masih ada selisih error sebanyak 2,148%. Dengan demikian, metode ini bisa diterapkan dalam industri Tahu XYZ untuk memperkirakan jumlah produksi memahami periode berikutnya [5].

Aplikasi *fuzzy* Tsukamoto pada penelitian (Tita Talitha 2018) merupakan salah satu cara untuk mengurangi ketidakpastian dalam pasokan beras. Aturan ini menciptakan enam himpunan kabur, yaitu: Permintaan meningkat, Permintaan menurun, persediaan Banyak, persediaan Sedikit, Pasokan bertambah dan Pasokan berkurang. Nilai selisih *fuzzy* dengan real adalah 32 ton beras dengan nilai MAD 32.038 [6]. Karena landasan pemikiran *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno sangat berperan dalam penentuan optimalisasi, maka ketiga metode ini cocok untuk dibandingkan.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logika Fuzzy

Secara sistematis ilmu yang mempelajari aturan penalaran yang benar adalah logika [7]. Logika *fuzzy* adalah logika multivalued yang memungkinkan untuk menentukan nilai antara dua logika yang berbeda, misalnya benar dan salah, panas dan dingin, tinggi dan rendah, dan sebagainya [8].

Logika *fuzzy* dapat digunakan dalam beberapa bidang teori kontrol, teori keputusan, dan ilmu manajemen. Kelebihan logika *fuzzy* adalah memiliki kemampuan untuk menalar secara linguistik, sehingga tidak diperlukan persamaan matematis untuk objek yang dikendalikan dalam perancangannya. Logika *fuzzy* berfungsi untuk mendapatkan nilai tertentu dari suatu input berupa bahasa dan menggunakannya untuk mengubahnya menjadi bilangan himpunan *fuzzy* dengan mengubahnya menjadi nilai keanggotaan [9].

2.2 Metode Fuzzy Inference System (FIS)

Menurut (Frans Susilo 2006) sistem inferensi terdiri dari 4 satuan. Sistem inferensi *fuzzy* merupakan pengontrol untuk proses dengan menggunakan aturan inferensi tertentu berdasarkan logika *fuzzy*. Ada 3 *Fuzzy Inference System* yang dikenal, seperti Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto [3].

2.2.1 Metode Tsukamoto

Sistem inferensi metode *fuzzy* Tsukamoto menghasilkan aturan yang berbentuk “sebab-akibat” atau “*if-then*”. Langkah pertama dalam menghitung metode *fuzzy* Tsukamoto adalah membuat aturan *fuzzy*. Langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat keanggotaan sesuai aturan yang telah ditetapkan. Mengetahui derajat keanggotaan dari setiap aturan *fuzzy*, Anda dapat menggunakan operasi himpunan *fuzzy* untuk menentukan nilai dari α -predikat [3].

Metode *fuzzy* Tsukamoto dibuat dengan menggunakan aturan “jika, maka” dan operasi “dan” di mana yang lebih kecil dari dua variabel dipilih. Ada empat langkah untuk menentukan produksi barang yang optimal dengan metode Tsukamoto, yaitu:

1. Fuzzifikasi

Merupakan proses mengonversi nilai input tegas menjadi nilai input *fuzzy*, dimana nilai input tegas disubsitusi ke dalam fungsi pengkaburan yang dibentuk untuk membuat nilai input *fuzzy*.

2. Pembentukan Aturan *fuzzy*

Aturan *fuzzy* yang digunakan yaitu “*if-then*” dengan operator “and”. Ekspresi setelah “jika” disebut anteseden dan konsekuen untuk ekspresi berikutnya.

Jika (a_1 adalah A) $\cap \dots \cap$ (a_n adalah A_n) maka (a

3. Analisis Logika *fuzzy*

Setiap aturan yang muncul adalah pernyataan implikasi. Karena operator yang digunakan pada urutan “*if-then*” adalah operator “and” maka analisis logika *fuzzy* yang digunakan adalah fungsi implikasi min dimana fungsi implikasi min mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen dalam himpunan *fuzzy* yang berhubungan. α -predikat disebut hasil dari fungsi implikasi dari setiap aturan atau biasa ditulis α .

$$\alpha_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)), \forall i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan

$\mu_{A_i}(x)$: derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* A aturan ke-i

$\mu_{B_i}(y)$: derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* B aturan ke-i

α_i : nilai min derajat keanggotaan aturan ke-i

4. Defuzzifikasi

Dalam proses defuzzifikasi nilai output *fuzzy* diubah menjadi nilai output tegas dengan menggunakan rumus rata-rata berbobot

$$\text{Jika } (a_1 \text{ adalah } A) \cap \dots \cap (a_n \text{ adalah } A_n) \text{ maka } (b \text{ adalah } k)$$

3. Analisis logika *fuzzy*

Setiap aturan yang muncul adalah pernyataan implikasi. Karena operator yang digunakan pada urutan “*if-then*” adalah operator “and” maka analisis logika *fuzzy* yang digunakan adalah fungsi implikasi min dimana fungsi implikasi min mengambil nilai

$$z = \frac{\sum x_i \alpha_i}{\sum \alpha_i}, i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan

x_i : nilai konsekuen pada aturan ke-i

z : nilai rata-rata terbobot

α_i : nilai α – predikat pada aturan ke-i

2.2.2 Metode Mamdani

Karena tahapan yang sederhana Metode Mamdani atau metode min-max sering terapkan dalam aplikasi. Output didapatkan dengan empat langkah yaitu [10]:

1. Fuzzifikasi

Merupakan proses mengonversi nilai input tegas menjadi nilai input *fuzzy*, dimana nilai input tegas disubstitusi ke dalam fungsi pengkaburan yang dibentuk untuk membuat nilai input *fuzzy*.

2. Pembentukan Aturan *fuzzy*

Aturan *fuzzy* yang digunakan yaitu “*if-then*” dengan operator “and”. Ekspresi setelah “jika” disebut anteseden dan konsekuen untuk ekspresi berikutnya.

keanggotaan terkecil antar elemen dalam himpunan *fuzzy* yang berhubungan. α – predikat disebut hasil dari fungsi implikasi dari setiap aturan atau biasa ditulis α .

$$\alpha_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)), \forall i = 1, 2, 3, \dots$$

Selanjutnya kesimpulan diperoleh dari nilai keanggotaan

maksimum dari tiap-tiap konsekuen, semua kesimpulan masing-masing aturan digabungkan dengan aplikasi fungsi implikasi, sehingga didapat daerah solusi *fuzzy* yaitu:

$$\mu_{sf} [x_i] = \max (\mu_{sf} [x_i], \mu_{kf} [x_i])$$

dengan

$\mu_{kf} [x_i]$: nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{sf} [x_i]$: nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah metode untuk mengubah nilai himpunan *fuzzy* menjadi nilai tegas. Ada beberapa metode defuzzifikasi, antara lain:

- Metode Centroid, pada metode defuzzifikasi ini nilai tegas didapatkan dengan mengambil titik pusat dari daerah *fuzzy* dengan rumus:

$$Z = \frac{\int \mu(z) \cdot z \cdot dz}{\int \mu(z) \cdot dz}$$

JIKA x adalah A DAN y adalah B MAKA $z = f(x, y)$

Dimana A dan B adalah himpunan *fuzzy* pada anteseden, dan $z = f(x, y)$ merupakan fungsi crisp konsekuen. output dihasilkan dengan 4 langkah, yaitu:

- Pembentukan himpunan *fuzzy*

variabel input dan output pada *fuzzy* – Sugeno dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

- Metode Bisector, pada metode defuzzifikasi ini nilai tegas didapatkan dengan mengambil suatu nilai pada domain *fuzzy* dengan nilai keanggotaan hingga setengah dari total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.
- Metode Mean of Maximum (MOM), pada metode defuzzifikasi ini nilai tegas didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata dari daerah *fuzzy* dengan nilai maksimum.
- Metode Largest of Maximum (LOM), pada metode defuzzifikasi ini nilai tegas didapatkan dengan mengambil nilai terbesar pada daerah *fuzzy* dengan nilai maksimum.
- Metode Smallest of Maximum (SOM), pada metode defuzzifikasi ini nilai tegas didapatkan dengan mengambil nilai terkecil pada daerah *fuzzy* dengan nilai maksimum.

2.2.3 Metode Sugeno

Metode Sugeno digunakan untuk membangun aturan *fuzzy* dari berbagai input dan output data. *Fuzzy* Sugeno biasanya didefinisikan sebagai berikut:

2. Aplikasi fungsi implikasi

Metode *fuzzy* – Sugeno dibagi menjadi 2 sebagai berikut:

- Model *fuzzy* Sugeno orde nol dimana:

if (x_1 adalah A_1), (x_2 adalah A_2)
, (x_3 adalah A_3) ..., (x_i adalah A_i) then
 $z = k$

b. Model *fuzzy* Sugeno orde satu dimana:

if (x_1 adalah A_1), (x_2 adalah A_2)
, (x_3 adalah A_3) ..., (x_i adalah A_i) then
 $z = p_1 * x_1 + \dots + P_i * x_i + q$

Dengan A_i yaitu himpunan *fuzzy* ke-i, P_i konstanta tegas ke-i dan q

3. Komposisi aturan

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan gabungan antar aturan yaitu menghitung hasil dari dengan R

banyaknya rule $\sum_{r=1}^R a_r z_r$ dimana a_r strength ke-r

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi diperoleh dengan rumus

$$z = \frac{\sum_{r=1}^R a_r z_r}{\sum_{r=1}^R a_r}$$

dengan

z_r : Nilai output

a_r : derajat keanggotaan nilai output.

2.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dilakukan menggunakan error absolut setiap periode dibagi dengan nilai pengamatan aktual pada periode itu. Selanjutnya, eror persentase absolut itu dirata-ratakan. Strategi ini digunakan saat besar variabel atau ukuran ramalan perlu untuk

mengkaji ketepatan atau akurasi ramalan. MAPE membandingkan hasil peramalan dengan nilai nyata untuk memperlihatkan seberapa besar kesalahan atau eror dalam meramal.

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|X_i - F_i|}{X_i} (100)$$

Dimana:

n = banyak pengamatan

X_i = data aktual periode i

F_i = nilai peramalan periode i

Jika nilai MAPE semakin kecil maka akan semakin tinggi tingkat akurasi dari metode peramalan yang digunakan. Sebaliknya, jika semakin tinggi nilai MAPE maka akan mengakibatkan semakin tidak akurat metode peramalannya [11].

Kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1: Kriteria Nilai MAPE

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data berikut ini adalah data Pemasukan beras, persediaan beras, dan penyaluran beras untuk periode Januari 2020 hingga Desember 2020:

Tabel 2: Data Tahun 2020 Beras Perum Bulog

Bulan	Penyaluran (Kg)	Persediaan (Kg)	Pemasukan (Kg)
Januari	806.710,00	2.355.157,00	324.970,00
Februari	1.912.952,00	1.873.417,00	1.496.028,00
Maret	985.085,00	1.456.493,00	1.435.234,00
April	2.032.437,00	1.906.642,00	2.986.415,00
Mei	3.793.185,00	2.860.620,00	4.862.370,00
Juni	6.250.675,00	3.929.805,00	3.698.690,00
Juli	896.743,00	1.377.820,00	677.064,00
Agustus	860.911,00	1.158.141,00	744.430,00
September	217.919,00	1.041.660,00	80.314,00
Oktober	269.334,00	904.055,00	242.024,00
November	283.542,00	876.745,00	316.154,00
Desember	281.441,00	909.357,00	251.450,00

Metode Tsukamoto

Dalam penelitian ini perhitungan dilakukan dengan peneliti menggunakan 4 aturan, yaitu

(A1) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)

(A2) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)

(A3) jika (Penyaluran Meningkatkan) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)

(A4) jika (Penyaluran Meningkatkan) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)

Dalam menentukan jumlah pemasukan bulan Januari 2020, berdasarkan data yang diketahui maka nilai keanggotaan himpunan *fuzzy* pada variabel penyaluran dan persediaan adalah

Nilai keanggotaan variabel penyaluran ($x = 806.710$ kg) yaitu :

$$\mu_{penMeningkat}(806.710) = \frac{(806.710 - 217.919)}{(6.250.675 - 217.919)} = 0,097599008$$

$$\mu_{\text{penMenurun}}(806.710) = \frac{(6.250.675 - 806.710)}{(6.250.675 - 217.919)} = 0,902400992$$

Nilai keanggotaan variabel persediaan ($y = 2.355.157$) yaitu :

$$\mu_{\text{perNaik}}(2.355.157) = \frac{(2.355.157 - 876.745)}{(3.929.805 - 876.745)} = 0,484239419$$

$$\mu_{\text{perTurun}}(2.355.157) = \frac{(3.929.805 - 2.355.157)}{(3.929.805 - 876.745)} = 0,515760581$$

Komposisi Aturan

$$\alpha_1 = \frac{4.862.370 - z_1}{4782065}$$

Komposisi aturan yang digunakan pada *fuzzy* Tsukamoto adalah metode MIN

$$0,515760581 = \frac{4.862.370 - z_1}{4782065}$$

$$z_1 = 4.862.370 - (0,515760581 \times 4782065)$$

(A1) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)

$$z_1 = 4.862.370 - 2.466.400,62$$

$$z_1 = 2.395.969,38$$

$$\alpha_1 = (\mu_{\text{penMenurun}} \cap \mu_{\text{perTurun}})$$

(A2) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)

$$\alpha_1 = \min(\mu_{\text{penMenurun}} \cap \mu_{\text{perTurun}})$$

$$\alpha_2 = (\mu_{\text{penMenurun}} \cap \mu_{\text{perNaik}})$$

$$\alpha_1 = \min(0,902400992 \cap 0,515760581)$$

$$\alpha_2 = \min(\mu_{\text{penMenurun}} \cap \mu_{\text{perNaik}})$$

$$\alpha_1 = 0,515760581$$

$$\alpha_2 = \min(0,902400992 \cap 0,484239419)$$

$$\alpha_2 = 0,484239419$$

Sehingga jumlah pemasukan Berkurang

Sehingga jumlah pemasukan Berkurang

$$\alpha_2 = \frac{4.862.370 - z_2}{4.782.065}$$

$$0,484239419 = \frac{4.862.370 - z_2}{4.782.065}$$

$$z_2 = 4.862.370 - (0,484239419 \times 4.782.065)$$

$$z_2 = 4.862.370 - 2.315.664,38$$

$$z_2 = 2.546.705,62$$

(A3) jika (Penyaluran Meningkat) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)

$$\alpha_3 = (\mu_{penMeningkat} \cap \mu_{perTurun})$$

$$\alpha_3 = \min(\mu_{penMeningkat} \cap \mu_{perTurun})$$

$$\alpha_3 = \min(0,097599008 \cap 0,515760581)$$

$$\alpha_3 = 0,097599008$$

Sehingga jumlah pemasukan Bertambah

$$\alpha_3 = \frac{z_3 - 80.314}{4.782.065}$$

$$0,097599008 = \frac{z_3 - 80.314}{4.782.065}$$

$$z_3 = 80.314 + (0,097599008 \times 4.782.065)$$

$$z_3 = 80.314 + 466.724,8$$

$$z_3 = 547.038,8$$

(A4) jika (Penyaluran Meningkat) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)

$$\alpha_4 = (\mu_{penMeningkat} \cap \mu_{perNaik})$$

$$\alpha_4 = \min(\mu_{penMeningkat} \cap \mu_{perNaik})$$

$$\alpha_4 = \min(0,097599008 \cap 0,484239419)$$

$$\alpha_4 = 0,097599008$$

Sehingga jumlah pemasukan Bertambah

$$\alpha_4 = \frac{z_4 - 80.314}{4.782.065}$$

$$0,097599008 = \frac{z_4 - 80.314}{4.782.065}$$

$$z_4 = 80.314 + (0,097599008 \times 4.782.065)$$

$$z_4 = 80.314 + 466.724,8$$

$$z_4 = 547.038,8$$

Penegasan (Defuzzyfikasi)

Dalam menentukan output tegas digunakan defuzifikasi rata-rata terpusat, yaitu:

$$Z = \frac{\sum \alpha_n z_n}{\sum z_n}$$

$$Z = \frac{2575742,697}{1,195198016}$$

$$Z = 2.155.076$$

Metode Mamdani

Aplikasi Fungsi Implikasi

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 4 aturan, yaitu

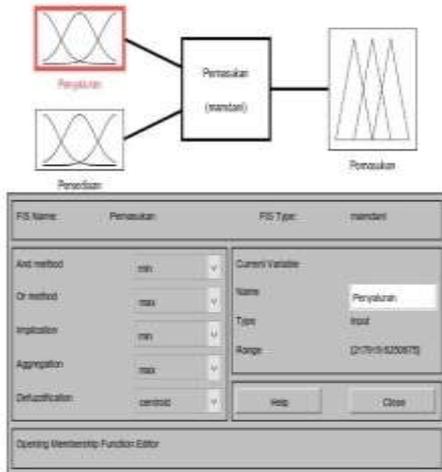
(A1) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)

(A2) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)

(A3) jika (Penyaluran Meningkat) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)

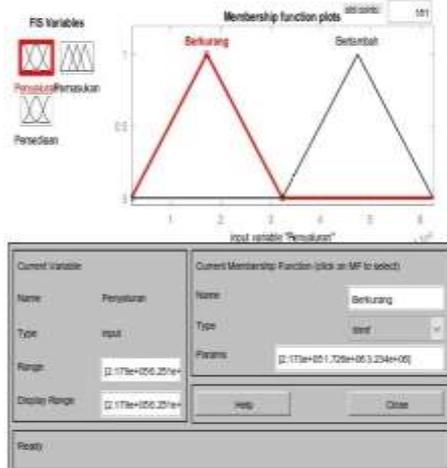
(A4) jika (Penyaluran Meningkat) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)

Fungsi aplikasi implikasi pada metode mamdani adalah Min. Dalam menghitung jumlah pemasukan optimum dengan metode Mamdani penulis menggunakan bantuan software matlab sebagai berikut



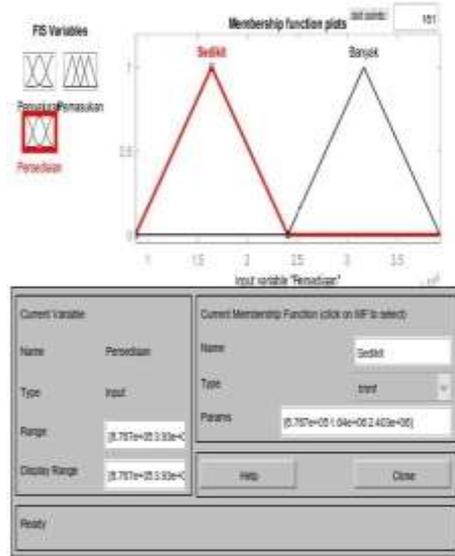
Gambar 1: toolbox fuzzy Mamdani

Langkah pertama adalah membuat fungsi keanggotaan untuk tiap-tiap variable Penyaluran memiliki dua variabel Menurun dan Meningkatkan, seperti gambar 4.



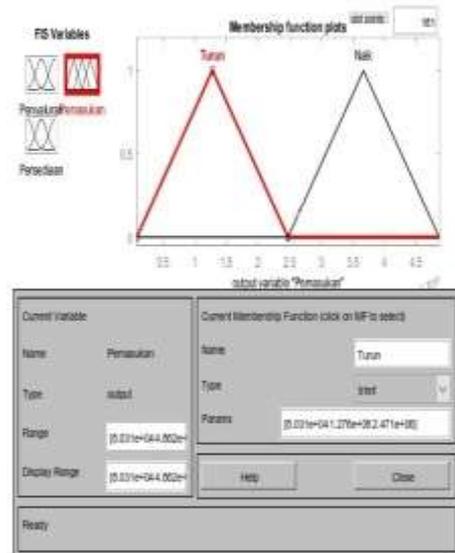
Gambar 2: Input Variabel Penyaluran

Persediaan memiliki dua variabel Turun dan Naik, seperti gambar 4.6



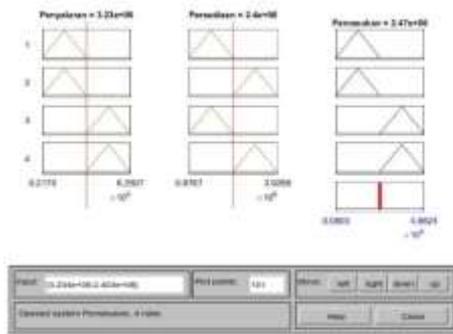
Gambar 3: Input Variabel Persediaan

Pemasukan memiliki dua variabel Berkurang dan Bertambah, seperti gambar 4.7



Gambar 4: Input Variabel Pemasukan

Langkah terakhir adalah penegasan (defuzzyfikasi). Penegasan dilakukan dengan menggunakan software matlab toolbox fuzzy. Penalaran fuzzy dengan menggunakan metode centroid dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 5. Defuzzyfikasi dengan menggunakan metode centroid

Metode Sugeno

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 4 aturan, yaitu

- (A1) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)
- (A2) jika (Penyaluran Menurun) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Berkurang)
- (A3) jika (Penyaluran Meningkat) dan (Persediaan Turun) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)
- (A4) jika (Penyaluran Meningkat) dan (Persediaan Naik) maka (Jumlah Pemasukan Bertambah)

Fungsi aplikasi implikasi pada metode sugeno adalah Min, dalam menghitung jumlah pemasukan optimum pada Januari 2020 maka dilakukan perhitungan menggunakan bantuan software matlab, kemudian menggunakan metode MIN untuk melakukan komposisi antar aturan. Maka diperoleh output melalui langkah defuzzyfikasi.

Pada metode Sugeno penulis mengkonversi matlab mamdani menjadi sugeno dengan rumusan

```
a=readfis('Mamdani');
```

```
b=mam2sug(a)
```

```
evalfis([806710 2355157],b) ans =
```

```
1275878
```

```
evalfis([1912952 1873417],b)ans=
```

```
1275878
```

```
evalfis([985085 1456493],b)ans =
```

```
1275878
```

```
evalfis([2032437 1906642],b)ans =
```

```
1275878
```

```
evalfis([3793185 2860620],b)ans =
```

```
3666740
```

```
evalfis([6250675 3929805],b)ans =
```

```
2471342
```

```
evalfis([896743 1377820],b)ans =
```

```
1275878
```

```
evalfis([860911 1158141],b)ans =
```

```
1275878
```

```
evalfis([217919 1041660],b)ans =
```

```
1275878
```

```
evalfis([269334 904055],b)ans =
```

```
1275878
```

```
evalfis([283542 876745],b)ans=
```

```
1275878
```

```
evalfis([281441 909357],b)ans =
```

```
1275878
```

Perbandingan Metode Menggunakan MAPE

Mencari Nilai $|PE_t|$

1. Metode *Fuzzy* Tsukamoto

Pemasukan Bulog	Pemasukan Tsukamoto	$ PE_t = \left \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right \times 100\%$
324.970	2.155.076	5,63%
1.496.028	1.910.084	0,27%
1.435.234	1.376.563	0,04%
2.986.415	1.955.485	0,34%
4.862.370	2.731.882	0,43%
3.698.690	4.862.379	0,31%
677.064	1.250.190	0,84%
744.430	882.819	0,18%
80.314	569.018	6,08%
242.024	164.354	0,32%
316.154	132.323	0,58%
251.450	180.329	5,63%
Total		15,06%

Mencari Nilai MAPE

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{n}$$

Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dicari dengan menjumlahkan seluruh nilai $|PE_t|$ yang telah diperoleh kemudian membaginya dengan n yaitu banyak data $|PE_t|$. Pada perhitungan ini, nilai n berjumlah 12.

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{PE_1 + PE_2 + PE_3 + \dots + PE_{12}}{12} \\ &= \frac{5,63\% + 0,27\% + 0,04\% + \dots + 5,63\%}{12} \\ &= 1,26\% \end{aligned}$$

2. Metode *Fuzzy* Mamdani

Mencari Nilai $|PE_t|$

Pemasukan Bulog	Pemasukan Mamdani	$ PE_t = \left \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right \times 100\%$
324.970	1275824	2,92%

1.496.028	1275870	0,14%
1.435.234	1275858	0,11%
2.986.415	1275868	0,57%
4.862.370	3666712	0,24%
3.698.690	2471342	0,33%
677.064	1275856	0,88%
744.430	1275850	0,71%
80.314	1275629	14,88%
242.024	1275826	4,27%
316.154	1274445	3,03%
251.450	1275824	2,92%
Total		28,11%

Mencari Nilai MAPE

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{n}$$

Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dicari dengan menjumlahkan seluruh nilai $|PE_t|$ yang telah diperoleh kemudian membaginya dengan n yaitu banyak data $|PE_t|$. Pada perhitungan ini, nilai n berjumlah 12.

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{PE_1 + PE_2 + PE_3 + \dots + PE_{12}}{12} \\ &= \frac{2,92\% + 0,14\% + 0,11\% + \dots + 2,92\%}{12} \\ &= 3,34\% \end{aligned}$$

3. Metode *Fuzzy Sugeno*

Mencari Nilai $|PE_t|$

Pemasukan Bulog	Pemasukan Sugeno	$ PE_t = \left \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right \times 100\%$
324.970	1275878	2,92%
1.496.028	1275878	0,14%
1.435.234	1275878	0,11%
2.986.415	1275878	0,57%
4.862.370	3666740	0,24%
3.698.690	2471342	0,33%
677.064	1275878	0,88%
744.430	1275878	0,71%
80.314	1275878	14,88%
242.024	1275878	4,27%

316.154	1275878	3,03%
251.450	1275878	2,92%
Total		28,12%

Mencari Nilai MAPE

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|PE_t|}{n}$$

Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dicari dengan menjumlahkan seluruh nilai $|PE_t|$ yang telah diperoleh kemudian membaginya dengan n yaitu banyak data $|PE_t|$. Pada perhitungan ini, nilai n berjumlah 12.

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{PE_1 + PE_2 + PE_3 + \dots + PE_{12}}{12} \\ &= \frac{2,92\% + 0,14\% + 0,11\% + \dots + 2,92\%}{12} \\ &= 3,34\% \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini dengan menerapkan metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno memiliki tahapan yang sama dalam pembentukan aturan *fuzzy* dan fuzzyfikasi.

Pada kasus pemasukan barang pada Perum Bulog Devisi Regional Sumatera Utara dengan metode *Fuzzy* Tsukamoto, metode *Fuzzy* Mamdani, dan metode *Fuzzy* Sugeno didapat hasil pemasukan yang tidak sama dengan hasil pemasukan yang sebenarnya. Maka, dilakukan perbandingan dengan mencari Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menemukan metode yang lebih dekat dengan pemasukan sebenarnya. Nilai MAPE untuk metode Tsukamoto 1,26% ,nilai MAPE untuk metode Mamdani 3,34%, dan nilai MAPE untuk Metode Sugeno 3,34% yang ketiga metode dalam tingkat

kesalahan termasuk dalam kategori sangat baik dimana tingkat kesalahan semakin kecil maka akan semakin baik metode yang dilakukan. Pada penelitian ini metode Tsukamoto mempunyai tingkat kesalahan yang paling kecil sehingga dapat dikatakan metode *fuzzy* Tsukamoto yang lebih baik dari ketiga metode yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sediaoetama, A. D., (2006): Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi, Dian Rakyat, Jakarta.
- [2] Soekarwati (2001): Pengantar Agroindustri, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- [3] Ragestu, F. D., dan Sibarani, A. J. P., (2020): Penerapan Metode *Fuzzy* Tsukamoto Dalam Pemilihan Siswa Teladan Di Sekolah, Jurnal Teknika, 9(1), 9–15.
- [4] Anitaria, S dan Marlina, S. S., (2019): Aplikasi Metode Mamdani Logika *Fuzzy* Untuk Menentukan Jumlah Pemesanan Beras Berdasarkan Jumlah Pengeluaran Dan Persediaan Di Perum Bulog Sub Divre Medan, Jurnal Karis- matika, 5(3), 20–29.
- [5] Siti Nurdini, Gunadi Widi Nurcahyo, J. S., (2019): Analisis Perkiraan Jumlah Produksi Tahu Menggunakan Metode *Fuzzy* Sugeno, Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi, 1(3), 18–23.

- [6] Tita Talitha, Dwi Nurul Izzhati, H. M. S. A. W., (2018): *Optimalisasi Rantai Pasok*
- [7] Frans Susilo, S., (2006): *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Kusumadewi, S dan Purnomo, H., (2004): *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Sistem Pendukung Keputusan*, Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [9] Kusumawardani, A., dan Mulyati, E. S., (2017): *Pengaruh Implementasi Sistem Informasi Akuntansi Produksi Dan Pengendalian Produksi Terhadap Kelancaran Proses Produksi*, Jurnal Teknik, 16(1), 32–45.
- [10] Kusumadewi, S, H. S. H. A. d. W. R., (2006): *Fuzzy Afulli- Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [11] Aritonang, L. R. (2002). *Peramalan Bisnis*. Ghalia Indonesia: Jakarta.