

## SISTEM INFERENSI *FUZZY* MAMDANI DAN TSUKAMOTO DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN VOLUME IMPOR MINYAK BUMI DI INDONESIA

Fitria Yoga Febriliana<sup>1</sup>, Maria Titah Jatipaningrum<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Statistika, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta  
Email: febrilianayoga@gmail.com<sup>1</sup>, titahjp@akprind.ac.id<sup>2</sup>

**Abstract.** *The decline in oil production and the increased consumption of fuel (fuel oil) causes an increase in oil imports in Indonesia. By considering the variables that affect the volume of oil imports, a decision support system based on Fuzzy Inference can be built. Mamdani and Tsukamoto's Fuzzy Inference System is applied in the Decision Support System by taking steps in the algorithm of each method, and selecting a combination of fuzzification and defuzzification methods. In this study the results obtained that the combination of the best method for determining the volume of petroleum imports in Indonesia in the Mamdani method is s-curve fuzzification with MOM (Mean of Maximum) defuzzification, whereas in Tsukamoto's method is s-curve fuzzification with centralized average defuzzification. The results of the MAPE (Mean Absolute Percentage Error) comparison in the Decision Support System between the Mamdani Fuzzy Inference System and Tsukamoto show that the Fuzzy Mamdani Inference System produces a smaller MAPE value of 3.22% compared to the Tsukamoto Fuzzy Inference System which is 9.33%. The implementation of the research results is done by entering the value of future time input obtained from the Double Exponential Smoothing forecasting process into the program that has been created and obtained the results of the volume of oil imports for 2018, 2019, and 2020 using the Mamdani method respectively 388.453 million barrels, 389.12 million barrels, and 389.12 million barrels. While using the Tsukamoto method, the results of decisions for 2018, 2019 and 2020 were 368,495 million barrels, 369,596 million barrels and 369,596 million barrels, respectively.*

**Keywords:** *Import of Crude oil, Fuzzy Inference System, Mamdani, Tsukamoto, Decision Support System*

**Abstrak** Menurunnya produksi minyak bumi dan meningkatnya konsumsi BBM (Bahan Bakar Minyak) menyebabkan terjadinya peningkatan impor minyak bumi di Indonesia. Dengan mempertimbangkan variabel-variabel yang mempengaruhi volume impor minyak bumi, dapat dibangun suatu sistem pendukung keputusan berbasis Sistem Inferensi *Fuzzy*. Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto diterapkan dalam Sistem Pendukung Keputusan dengan melakukan langkah-langkah dalam algoritma masing-masing metode, serta melakukan seleksi kombinasi metode fuzzifikasi dan defuzzifikasi. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa kombinasi metode terbaik untuk menentukan volume impor minyak bumi di Indonesia pada metode Mamdani adalah fuzzifikasi kurva-s dengan defuzzifikasi MOM (*Mean of Maximum*), sedangkan pada metode Tsukamoto adalah fuzzifikasi kurva-s dengan defuzzifikasi rata-rata terpusat. Hasil perbandingan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dalam Sistem Pendukung Keputusan antara Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto menunjukkan bahwa Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil yaitu 3,22% dibandingkan Sistem Inferensi *Fuzzy* Tsukamoto yaitu 9,33%. Implementasi hasil penelitian dilakukan dengan memasukkan nilai input waktu yang akan datang yang diperoleh dari proses peramalan *Double Exponential Smoothing* kedalam program yang telah dibuat dan didapatkan hasil volume impor minyak bumi untuk tahun 2018, 2019, dan 2020 menggunakan metode Mamdani berturut-turut adalah 388,453 juta barel, 389,12 juta barel, dan 389,12 juta barel. Sedangkan menggunakan metode Tsukamoto didapatkan hasil keputusan untuk tahun 2018, 2019, dan 2020 berturut-turut adalah 368,495 juta barel, 369,596 juta barel, dan 369,596 juta barel.

**Kata kunci:** Impor Minyak Bumi, Sistem Inferensi *Fuzzy*, Mamdani, Tsukamoto, Sistem Pendukung Keputusan

## 1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan salah satu jenis energi yang harus selalu dijaga kestabilan ketersediaannya di dalam negeri. Menurunnya produksi minyak bumi dan meningkatnya konsumsi BBM (Bahan Bakar Minyak) menyebabkan terjadinya peningkatan impor minyak bumi di Indonesia. Selain karena dua faktor tersebut, impor minyak bumi juga dipengaruhi oleh kurs valuta asing dan cadangan devisa sebagai sumber dana dalam melakukan impor minyak bumi. Dengan mempertimbangkan variabel-variabel yang mempengaruhi volume impor minyak bumi, dapat dibangun suatu sistem pendukung keputusan berbasis Sistem Inferensi *Fuzzy* yang dapat membantu pemerintah dalam menentukan volume impor minyak bumi di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan diantaranya mengetahui karakteristik dan hubungan volume impor minyak bumi di Indonesia dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, menerapkan, membuat, dan mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan berdasarkan Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto, membandingkan hasil keputusan metode Mamdani dan Tsukamoto, serta mengimplementasikan penggunaan sistem pendukung keputusan untuk menentukan volume impor minyak bumi pada waktu yang akan datang.

## 2. Metode Penelitian

### a. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah merancang sebuah sistem pendukung keputusan untuk menentukan volume impor minyak bumi di Indonesia. Sistem pendukung keputusan akan dirancang berbasis GUI Matlab. GUI (*Graphic User Interface*) adalah antarmuka pada sistem operasi atau aplikasi yang menggunakan tampilan grafis, dapat dikendalikan menggunakan beberapa macam alat masukan, seperti *mouse*, *keyboard*, *touchscreen*, dan lain-lain. Sistem pendukung keputusan dibangun dengan menerapkan sistem inferensi *fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto. Penerapan sistem inferensi *fuzzy* akan didasarkan pada kasus yang telah terjadi pada waktu sebelumnya.

### b. Lokasi dan Alat Penelitian

Penelitian pada tugas akhir ini dilakukan secara mandiri di Kota Yogyakarta. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat komputer, *software* MATLAB 2014a, Minitab 14, dan Ms. Excel 2007. *Software* MATLAB digunakan untuk membangun kode sistem inferensi *fuzzy* yang akan digunakan untuk membuat sistem pendukung keputusan serta untuk membantu komputasi desain dari sistem pendukung keputusan dalam bentuk GUI. *Software* Minitab digunakan untuk melakukan peramalan dan uji korelasi. *Software* Ms. Excel digunakan untuk membantu perhitungan manual dan tabulasi data.

### c. Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan pelaksanaan yaitu studi pustaka, pengumpulan dan pengolahan data, identifikasi masalah, pemodelan sistem *fuzzy*, pembangunan sistem *fuzzy*, perancangan sistem pendukung keputusan, implementasi sistem pendukung keputusan, dan penarikan kesimpulan.

### d. Pemodelan Sistem *Fuzzy*

Sistem *fuzzy* dimodelkan dengan langkah- langkah yaitu menyusun himpunan *fuzzy* beserta fungsi keanggotaan, membuat aturan-aturan *fuzzy* (*rule base*), dan defuzzifikasi.

#### 1. Menyusun himpunan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan

Pada tahap ini variabel-variabel yang telah diperoleh dibentuk menjadi himpunan *fuzzy* beserta fungsi keanggotaannya. Pada penelitian ini variabel yang digunakan terbagi menjadi 2 yaitu variabel masukan dan variabel keluaran. Terdapat empat variabel masukan dalam

penelitian ini yaitu Konsumsi BBM, Produksi Minyak Bumi, Kurs Valuta Asing, dan Cadangan Devisa. Terdapat satu variabel keluaran dalam penelitian ini yaitu Volume Impor Minyak Bumi.

## 2. Membentuk aturan *fuzzy*

Aturan *fuzzy* menyatakan relasi antara masukan dan keluaran. Aturan *fuzzy* dalam penelitian ini dibangun berdasarkan pembentukan aturan *fuzzy* dari data numeris serta dengan memperhatikan pengaruh variabel masukan terhadap variabel keluaran, hasil uji korelasi, dan hasil studi literatur.

## 3. Sistem Inferensi *fuzzy*

Dalam penelitian ini akan digunakan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan Tsukamoto. Pada metode Mamdani akan digunakan lima metode defuzzifikasi yaitu:

- a) Metode Centroid (*Composite Moment*)
- b) Metode Bisektor
- c) Metode *Mean of Maximum* (MOM)
- d) Metode *Largest of Maximum* (LOM)
- e) Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

pada sistem inferensi *fuzzy* Tsukamoto akan digunakan defuzzifikasi dengan metode rata-rata terpusat.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### a. Statistik Deskriptif

Nilai statistik deskriptif dari masing-masing data diperoleh dengan menggunakan bantuan *software* Ms. Excel dan diperoleh ringkasan deskriptif data seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif

Variabel	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Rata-rata	Median	Standar Deviasi
Konsumsi BBM (juta barel)	386,68	487,37	434,30	448,39	32,58
Produksi Minyak Bumi (juta barel)	286,81	358,72	322,68	321,96	27,87
Kurs (Rp)	8.991	13.795	10.993,83	10.310	1.959,72
Cadangan Devisa (juta US\$)	42.586	130.196	91.674,92	10.2659	29.301,28
Volume Impor Minyak Bumi (juta barel)	255,80	389,12	328,13	337,44	49,71

### b. Hubungan Variabel Masukan dan Keluaran

Hubungan variabel masukan dan keluaran perlu diketahui untuk pembuatan aturan dalam sistem inferensi. Untuk mengetahui hubungan variabel masukan dan keluaran, dilakukan uji korelasi Pearson. Uji Korelasi Pearson dilakukan menggunakan *software* Minitab dan menunjukkan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Pearson

Variabel	P-Value	Nilai Korelasi	Kesimpulan
<b>Konsumsi BBM</b>	0,000	0,946	Terdapat hubungan positif
<b>Produksi Minyak Bumi</b>	0,000	-0,957	Terdapat hubungan negatif
<b>Kurs Valuta Asing</b>	0,003	0,779	Terdapat hubungan positif
<b>Cadangan Devisa</b>	0,000	0,928	Terdapat hubungan positif

### c. Pemodelan Sistem Inferensi *Fuzzy*

Berikut merupakan proses pemodelan Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto untuk menentukan kombinasi metode yang akan dijalankan dalam program.

#### 1) Fuzzifikasi

Masing-masing variabel dibagi menjadi dua himpunan *fuzzy*

##### (a) Kurva Trapesium

###### (1) Konsumsi BBM

###### - RENDAH

$$\mu_R(x_1) = \begin{cases} 0; x_1 \leq 0 \text{ atau } x_1 \geq 487,37 \\ 1; 0 \leq x_1 \leq 386,68 \\ \frac{487,37 - x_1}{487,37 - 386,68}; 386,68 \leq x_1 \leq 487,37 \end{cases} \quad (1)$$

###### - TINGGI

$$\mu_T(x_1) = \begin{cases} 0; x_1 \leq 386,68 \text{ atau } x_1 \geq 874,05 \\ \frac{x_1 - 386,68}{487,37 - 386,68}; 386,68 \leq x_1 \leq 487,37 \\ 1; 487,37 \leq x_1 \leq 874,05 \end{cases} \quad (2)$$

###### (2) Produksi Minyak Bumi

###### - SEDIKIT

$$\mu_S(x_2) = \begin{cases} 0; x_2 \leq 0 \text{ atau } x_2 \geq 358,72 \\ 1; 0 \leq x_2 \leq 286,81 \\ \frac{358,72 - x_2}{358,72 - 286,81}; 286,81 \leq x_2 \leq 358,72 \end{cases} \quad (3)$$

###### - BANYAK

$$\mu_B(x_2) = \begin{cases} 0; x_2 \leq 286,81 \text{ atau } x_2 \geq 645,53 \\ \frac{x_2 - 286,81}{358,72 - 286,81}; 286,81 \leq x_2 \leq 358,72 \\ 1; 358,72 \leq x_2 \leq 645,53 \end{cases} \quad (4)$$

###### (3) Kurs Valuta Asing

###### - KECIL

$$\mu_K(x_3) = \begin{cases} 0; x_3 \leq 0 \text{ atau } x_3 \geq 13.795 \\ 1; 0 \leq x_3 \leq 8.991 \\ \frac{13.795 - x_3}{13.795 - 8.991}; 8.991 \leq x_3 \leq 13.795 \end{cases} \quad (5)$$

###### - BESAR

$$\mu_B(x_3) = \begin{cases} 0; x_3 \leq 8.991 \text{ atau } x_3 \geq 22.786 \\ \frac{x_3 - 8.991}{13.795 - 8.991}; 8.991 \leq x_3 \leq 13.795 \\ 1; 13.795 \leq x_3 \leq 22.786 \end{cases} \quad (6)$$

###### (4) Cadangan Devisa

###### - TURUN

$$\mu_T(x_4) = \begin{cases} 0; x_4 \leq 0 \text{ atau } x_4 \geq 130.196 \\ 1; 0 \leq x_4 \leq 42.586 \\ \frac{130.196 - x_4}{130.196 - 42.586}; 42.586 \leq x_4 \leq 130.196 \end{cases} \quad (7)$$

###### - NAIK

$$\mu_N(x_4) = \begin{cases} 0; x_4 \leq 42.586 \text{ atau } x_4 \geq 172.782 \\ \frac{x_4 - 42.586}{130.196 - 42.586}; 42.586 \leq x_4 \leq 130.196 \\ 1; 130.196 \leq x_4 \leq 172.782 \end{cases} \quad (8)$$

###### (5) Volume Impor Minyak Bumi

- BERKURANG

$$\mu_K(z) = \begin{cases} 0; z \leq 0 \text{ atau } z \geq 389,12 \\ 1; 0 \leq z \leq 255,80 \\ \frac{389,12 - z}{389,12 - 255,80}; 255,80 \leq z \leq 389,12 \end{cases} \quad (9)$$

- BERTAMBAH

$$\mu_T(z) = \begin{cases} 0; z \leq 255,80 \text{ atau } z \geq 644,92 \\ \frac{z - 255,80}{389,12 - 255,80}; 255,80 \leq z \leq 389,12 \\ 1; 389,12 \leq z \leq 644,92 \end{cases} \quad (10)$$

(b) Kurva S

(a) Konsumsi BBM

- RENDAH

$$S_R(x_1; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1; x_1 \leq 386,68 \\ 1 - 2 \left( \frac{x_1 - 386,68}{487,37 - 386,68} \right)^2; 386,68 \leq x_1 \leq 437,02 \\ 2 \left( \frac{487,37 - x_1}{487,37 - 386,68} \right)^2; 437,02 \leq x_1 \leq 487,37 \\ 0; x_1 \geq 487,37 \end{cases} \quad (11)$$

- TINGGI

$$S_T(x_1; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; x_1 \leq 386,68 \\ 2 \left( \frac{x_1 - 386,68}{487,37 - 386,68} \right)^2; 386,68 \leq x_1 \leq 437,02 \\ 1 - 2 \left( \frac{487,37 - x_1}{487,37 - 386,68} \right)^2; 437,02 \leq x_1 \leq 487,37 \\ 1; x_1 \geq 487,37 \end{cases} \quad (12)$$

(b) Produksi Minyak Bumi

- SEDIKIT

$$S_S(x_2; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1; x_2 \leq 286,81 \\ 1 - 2 \left( \frac{x_2 - 286,81}{358,72 - 286,81} \right)^2; 286,81 \leq x_2 \leq 322,77 \\ 2 \left( \frac{358,72 - x_2}{358,72 - 286,81} \right)^2; 322,77 \leq x_2 \leq 358,72 \\ 0; x_2 \geq 358,72 \end{cases} \quad (13)$$

- BANYAK

$$S_B(x_2; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; x_2 \leq 286,82 \\ 2 \left( \frac{x_2 - 286,82}{358,72 - 286,82} \right)^2; 286,82 \leq x_2 \leq 322,77 \\ 1 - 2 \left( \frac{358,72 - x_2}{358,72 - 286,82} \right)^2; 322,77 \leq x_2 \leq 358,72 \\ 1; x_2 \geq 358,72 \end{cases} \quad (14)$$

(c) Kurs Valuta Asing

- KECIL

$$S_K(x_3; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1; x_3 \leq 8.991 \\ 1 - 2 \left( \frac{x_3 - 8.991}{13.795 - 8.991} \right)^2; 8.991 \leq x_3 \leq 11.393 \\ 2 \left( \frac{13.795 - x_3}{13.795 - 8.991} \right)^2; 11.393 \leq x_3 \leq 13.795 \\ 0; x_3 \geq 13.795 \end{cases} \quad (15)$$

- BESAR

$$S_B(x_3; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; x_3 \leq 8.991 \\ 2 \left( \frac{x_3 - 8.991}{13.795 - 8.991} \right)^2; 8.991 \leq x_3 \leq 11.393 \\ 1 - 2 \left( \frac{13.795 - x_3}{13.795 - 8.991} \right)^2; 11.393 \leq x_3 \leq 13.795 \\ 1; x_3 \geq 13.795 \end{cases} \quad (16)$$

(d) Cadangan Devisa

- TURUN

$$S_T(x_4; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1; x_4 \leq 42.586 \\ 1 - 2 \left( \frac{x_4 - 42.586}{130.196 - 42.586} \right)^2; 42.586 \leq x_4 \leq 86.391 \\ 2 \left( \frac{130.196 - x_4}{130.196 - 42.586} \right)^2; 86.391 \leq x_4 \leq 130.196 \\ 0; x_4 \geq 130.196 \end{cases} \quad (17)$$

- NAIK

$$S_N(x_4; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; x_4 \leq 42.586 \\ 2 \left( \frac{x_4 - 42.586}{130.196 - 42.586} \right)^2; 42.586 \leq x_4 \leq 86.391 \\ 1 - 2 \left( \frac{130.196 - x_4}{130.196 - 42.586} \right)^2; 86.391 \leq x_4 \leq 130.196 \\ 1; x_4 \geq 130.196 \end{cases} \quad (18)$$

(e) Volume Impor Minyak Bumi

- BERKURANG

$$S_K(z; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1; z \leq 255,80 \\ 1 - 2 \left( \frac{z - 255,80}{389,12 - 255,80} \right)^2; 255,80 \leq z \leq 322,46 \\ 2 \left( \frac{389,12 - z}{389,12 - 255,80} \right)^2; 322,46 \leq z \leq 389,12 \\ 0; z \geq 389,12 \end{cases} \quad (19)$$

- BERTAMBAH

$$S_T(z; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; z \leq 255,80 \\ 2 \left( \frac{z - 255,80}{389,12 - 255,80} \right)^2; 255,80 \leq z \leq 322,46 \\ 1 - 2 \left( \frac{389,12 - z}{\gamma - 255,80} \right)^2; 322,46 \leq z \leq 389,12 \\ 1; z \geq 389,12 \end{cases} \quad (20)$$

## 2) Pembentukan Aturan

Pembentukan aturan dilakukan dengan metode skema pembentukan aturan berdasarkan data numeris dan dengan mempertimbangkan jenis dan nilai korelasi masing-masing variabel masukan terhadap variabel keluaran. Diperoleh aturan yang sama menggunakan representasi kurva trapesium dan kurva-s untuk sistem inferensi seperti ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Aturan Akhir Sistem Inferensi *Fuzzy*

No	Konsumsi BBM	Produksi Minyak Bumi	Kurs Valuta Asing	Cadangan Devisa	Volume Impor Minyak Bumi
1	Rendah	Banyak	Kecil	Turun	Berkurang
2	Rendah	Banyak	Kecil	Naik	Berkurang

No	Konsumsi BBM	Produksi Minyak Bumi	Kurs Valuta Asing	Cadangan Devisa	Volume Impor Minyak Bumi
3	Rendah	Banyak	Besar	Turun	Berkurang
4	Rendah	Banyak	Besar	Naik	Berkurang
5	Rendah	Sedikit	Kecil	Turun	Berkurang
6	Rendah	Sedikit	Kecil	Naik	Bertambah
7	Rendah	Sedikit	Besar	Turun	Berkurang
8	Rendah	Sedikit	Besar	Naik	Bertambah
9	Tinggi	Banyak	Kecil	Turun	Berkurang
10	Tinggi	Banyak	Kecil	Naik	Bertambah
11	Tinggi	Banyak	Besar	Turun	Berkurang
12	Tinggi	Banyak	Besar	Naik	Bertambah
13	Tinggi	Sedikit	Kecil	Turun	Bertambah
14	Tinggi	Sedikit	Kecil	Naik	Bertambah
15	Tinggi	Sedikit	Besar	Turun	Bertambah
16	Tinggi	Sedikit	Besar	Naik	Bertambah

### 3) Analisis Metode

Analisis metode dilakukan untuk mengetahui kombinasi metode fuzzifikasi dan defuzzifikasi terbaik untuk masing-masing metode sistem inferensi *fuzzy* berdasarkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Diperoleh nilai MAPE untuk masing-masing kombinasi metode seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai MAPE Kombinasi Metode

Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	Fuzzifikasi	Defuzzifikasi	MAPE (%)
Mamdani	Kurva Trapezium	Centroid	13,97
		Bisektor	19,79
		MOM	41,09
		LOM	100,000
		SOM	44,27
		MOM II	3,64
	Kurva S	Centroid	7,20
		Bisektor	6,56
		MOM	3,22
		LOM	20,28
		SOM	5,74
		MOM II	5,67
Tsukamoto	Kurva Trapezium	Rata-rata Terpusat	9,63
	Kurva S	Rata-rata Terpusat	9,33

Berdasarkan perolehan nilai MAPE, maka dapat diputuskan kombinasi metode fuzzifikasi dan defuzzifikasi yang akan digunakan dalam sistem pendukung keputusan

Mamdani adalah fuzzifikasi kurva-s dengan defuzzifikasi MOM, dan kombinasi metode yang akan digunakan dalam sistem pendukung keputusan Tsukamoto adalah fuzzifikasi kurva-s dengan defuzzifikasi rata-rata terpusat.

#### d. Perancangan Sistem Pendukung Keputusan

Perancangna sistem pendukung keputusan dilakukan dengan dua tahap yaitu mealukan desain dalam bentuk GUI (*Graphical User Interface*) dan mealukukan implementasi kode berdasarkan algoritma sistem inferensi *fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto

##### 1) Desain

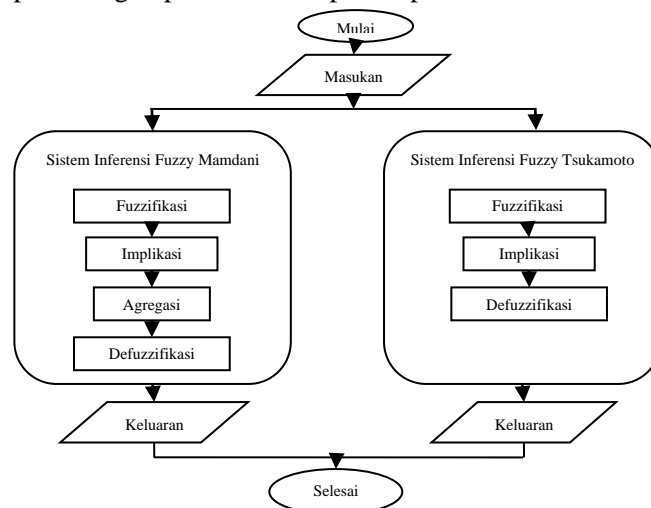
Desain sistem pendukung keputusan dilakukan dengan memanfaatkan fungsi GUIDE pada MATLAB 2014a. Desain sitem pedukung keputusan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem Pendukung Keputusan

##### 2) Implementasi Kode

Kode yang digunakan untuk menjalankan sistem pendukung keputusan yang telah di desain adalah kode yang berdarkan pada sistem inferensi *fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto. Algoritma sistem pedukung keputusan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Algoritma Sistem Pendukung Keputusan



#### e. Implementasi Sistem Pendukung Keputusan

Implementasi sistem pendukung keputusan dilakukan dengan melakukan pengambilan keputusan volume impor minyak bumi untuk waktu yang akan datang menggunakan data masukan yang diperoleh menggunakan peramalan. Diperoleh hasil keputusan untuk waktu yang akan datang seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Implementasi Sistem Pendukung Keputusan

Tahun	2018	2019	2020
Konsumsi BBM (juta barel)	503,665	511,698	519,732
Produksi Minyak Bumi (juta barel)	287,936	283,199	278,462
Kurs Valuta Asing (Rp)	14.069,40	14.567,40	15.065,40
Cadangan Devisa (juta US\$)	137.352	144.252	151.152
Volume Impor Minyak Bumi (juta barel) (Mamdani)	388,453	389,12	389,12
Volume Impor Minyak Bumi (juta barel) (Tsukamoto)	368,495	369,596	369,596

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil adalah

- Terdapat empat faktor yang secara signifikan berpengaruh terhadap Volume Impor Minyak Bumi yaitu Konsumsi BBM, Produksi Minyak Bumi, Kurs Valuta Asing, dan Cadangan Devisa. Variabel Konsumsi BBM, Kurs Valuta Asing, dan Cadangan Devisa berkorelasi positif terhadap Volume Impor Minyak Bumi, sedangkan Produksi Minyak Bumi berkorelasi negatif terhadap Volume Impor Minyak Bumi.
- Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto diterapkan dalam Sistem Pendukung Keputusan dengan melakukan langkah-langkah dalam algoritma masing-masing metode, serta melakukan seleksi kombinasi metode dengan hasil terbaik untuk menentukan Volume Impor Minyak Bumi di Indonesia pada metode Mamdani adalah fuzzifikasi kurva-s dengan defuzzifikasi MOM, sedangkan pada metode Tsukamoto adalah fuzzifikasi kurva-s dengan defuzzifikasi rata-rata terpusat.
- Sistem Pendukung Keputusan dibuat menggunakan bahasa pemrograman MATLAB dengan kode program yang didasarkan pada algoritma Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto, serta di desain dalam bentuk GUI (*Graphical User Interface*). Kode program yang digunakan pada perancangan sistem pendukung keputusan dalam bentuk GUI adalah kode program yang berasal dari algoritma hasil seleksi kombinasi metode terbaik pada metode Mamdani dan Tsukamoto.
- Hasil perbandingan MAPE dalam Sistem Pendukung Keputusan antara Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani dan Tsukamoto menunjukkan bahwa Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil yaitu 3,22% dibandingkan Sistem Inferensi *Fuzzy* Tsukamoto yaitu 9,33%. Sehingga dapat diputuskan bahwa Sistem Inferensi *Fuzzy* Mamdani lebih baik dari Sistem Inferensi *Fuzzy* Tsukamoto untuk menentukan Volume Impor Minyak Bumi di Indonesia
- Implementasi Sistem Pendukung Keputusan yaitu pengambilan keputusan pada waktu yang akan datang menghasilkan keputusan bahwa dengan metode Mamdani Indonesia akan melakukan impor minyak bumi pada tahun 2018, 2019, dan 2020 dengan volume berturut-turut yaitu sebesar 388,453 juta barel, 389,120 juta barel, dan 389,120 juta barel. Sedangkan dengan metode Tsukamoto, Indonesia akan melakukan impor minyak bumi pada tahun

2018, 2019, dan 2020 dengan volume berturut-turut yaitu sebesar 368,495 juta barel, 369,596 juta barel, dan 369,596 juta barel.

### Ucapan Terima Kasih

Dalam penyusunan makalah ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen dan pimpinan Jurusan Statistika Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

### Daftar Pustaka

- [1] Alifyantari, W.A, 2018, *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Impor Minyak Bumi di Indonesia Tahun 2000-2015*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [2] Amir, M.S, 1999, *Ekspor Impor (Teori dan Penerapannya)*, PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- [3] Ayuningtias, L.P., Jumadi, 2017, *Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung)*, Jurnal Teknik Informatika, ISSN: 1979-9160, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung.
- [4] Dewi, M.A.J.K., Sudirman, I.W, 2017, *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Impor Minyak Bumi di Indonesia 1996-2015*, EJurnal EP Unud, 6 (7): 1364-1394. ISSN: 2303-0178, Universitas Udayana, Bali.
- [5] Firdaus, A, 2009, *Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika*, Kompetensi Matematika, Jakarta.
- [6] Gaddafi, M, 2016, *Analisis Perbandingan Metode Tsukamoto dan Mamdani dalam Optimasi Produksi Barang*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik, Malang.
- [7] Ghozali, I, 2006, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*, BP Undip, Semarang.
- [8] Handoyo, S., Prasajo, A.P.S, 2017, *Sistem Fuzzy Terapan dengan Software R*, UB Press, Malang.
- [9] Juniantara, I.P.K., Budhi, M.K.S, 2012, *Pengaruh Ekspor, Impor dan Kurs Terhadap Cadangan Devisa Nasional Periode 1999-2010*, E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana, ISSN 2303-0178, Universitas Udayana, Bali.
- [10] Krugman, P.R., Maurice, O, 2004, *Ekonomi Internasional Teori dan Kebijakan*, PT. Naragita Dinamika, Jakarta.
- [11] Kusumadewi, S, 2002, *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan TOOLBOX MATLAB*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [12] Kusumadewi, S., Hari, P, 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [13] Kusumadewi, S., Hartati, S, 2006, *Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [14] Makridakis, 1999, *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Binarupa Aksara, Jakarta.
- [15] Naba, A, 2009, *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*, ANDI, Yogyakarta.
- [16] Nopirin, 2009, *Ekonomi Moneter*, BPFE, Yogyakarta.
- [17] O'Brien, J, 2005, *Pengantar Sistem Informasi Perspektif Bisnis dan Manajerial*, Salemba Empat, Jakarta.
- [18] Sa'adah, A.F, 2016, *Analisis Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [19] Samuelson, P, 2004, *Ilmu Makro Ekonomi*, PT. Media Global Edukasi, Jakarta.

- [20] Sekaran, U., Bougie, R, 2010, *Research methods for business: A skill-building approach (5th ed.)*, John Wiley & Sons, Haddington.
- [21] Setiadji, 2009, *Himpunan Logika Samar serta Aplikasinya*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [22] Setiawina, N.D., Sonia, A.P, 2016, *Pengaruh Kurs, JUB dan Tingkat Inflasi Terhadap Ekspor, Impor dan Cadangan Devisa di Indonesia*, EJurnal EP Unud, 5 (10): 1077-1102. ISSN: 2303-0178, Universitas Udayana, Bali.
- [23] Setiono, A.B, 2014, *Fluktuasi Harga Minyak dan Pengaruhnya bagi Ekonomi Indonesia (Oil Price Fluctuation and Influence of Indonesian Economy)*. Jurnal Aplikasi Pelayanan dan Pelabuhan Universitas Hang Tuah, Vol. 4, No. 2, Universitas Hang Tuah, Surabaya.
- [24] Supriyanto, A, 2005, *Pengantar Teknologi Informasi*, Salemba Empat, Jakarta.
- [25] Thobarry, A, 2009, *Analisis Pengaruh Nilai Tukar, Suku Bunga, Laju Inflasi, dan Pertumbuhan GDP terhadap Indeks Harga Saham Properti*, Tesis Universitas Diponegoro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [26] Widaningsih, S, 2017, *Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Distribusi Raskin di Bulog Sub Divisi Regional (Divre) Cianjur*, Jurnal Informatika dan Manajemen STMIK, Vol.11 No.1, STMIK, Cianjur.
- [27] \_\_\_\_\_, 2018, *Laporan Kinerja BPH Migas Tahun 2017*, BPH Migas, Jakarta.
- [28] \_\_\_\_\_, 2018, *Statistik Indonesia 2018*, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- [29] \_\_\_\_\_, 2019, *Laporan Kinerja Sekretariat Jenderal Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Tahun 2018*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- [30] \_\_\_\_\_, 2006, *Pengelolaan Cadangan Devisa di Bank Indonesia*, Bank Indonesia, Jakarta.