



PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO DAN FUZZY SUGENO DALAM PENENTUAN HARGA JUAL SEPEDA MOTOR

Dwi Putri Puji Astuti[✉], Mashuri

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2019
Disetujui Desember 2020
Dipublikasikan Desember 2020

Keywords:

Fuzzy Sugeno, Fuzzy Tsukamoto
Komparasi, MAPE, Matlab,
Sepeda Motor Bekas

Abstrak

Penelitian ini mengkaji permasalahan penentuan harga jual sepeda motor bekas menggunakan logika *fuzzy*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode yang lebih akurat diantara metode *fuzzy Tsukamoto* dan *fuzzy Sugeno* dalam penentuan harga jual sepeda motor bekas dilihat dari nilai akurasi MAPE terkecil. Metode pada penelitian ini menerapkan metode studi pustaka dan wawancara di *showroom* Mulyo Motor untuk pengumpulan data. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* dan *fuzzy Sugeno* diperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai ukuran akurasi untuk metode *Tsukamoto* sebesar 8,8% dan metode *Sugeno* sebesar 3,2%. Dari hal tersebut kedua metode memiliki hasil peramalan yang sangat bagus karena memiliki nilai MAPE kurang dari 10%. Dapat dilihat bahwa nilai MAPE metode *Sugeno* kurang dari metode *Tsukamoto* sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy Sugeno* lebih akurat dibandingkan metode *fuzzy Tsukamoto* untuk menentukan harga jual sepeda motor bekas di *showroom* Mulyo Motor.

Abstract

This study examines the problem of determining the selling price of used motorcycles using fuzzy logic. The purpose of this study is to find out a more accurate between the Tsukamoto fuzzy method and Sugeno fuzzy methods in determining the selling price of used motorcycles seen from the smallest MAPE accuracy value. The method in this study applies library research methods and interviews in Mulyo Motor showrooms for data collection. Based on the results of data processing using the Tsukamoto fuzzy and Sugeno fuzzy methods obtained the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value as a measure of accuracy for the Tsukamoto method at 8.8% and the Sugeno method at 3.2%. From these two methods have very good forecasting results because they have a value of MAPE less than 10%. It can be seen that the MAPE value of the Sugeno method is less than the Tsukamoto method so it can be concluded that Sugeno fuzzy method is more accurate than the fuzzy Tsukamoto method for determining the selling price of used motorcycles in Mulyo Motor showrooms.

How to cite:

Astuti, D.P.P. & Mashuri. 2019. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Sugeno Dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor Bekas (Studi Kasus: Showroom Mulyo Motor). *Unnes Journal of Mathematics*. 9(2):74-78.

PENDAHULUAN

Sebuah kegiatan jual beli sepeda motor sudah tidak asing lagi dijumpai dalam kehidupan masyarakat. Semua kalangan masyarakat baik dengan pendapatan yang berkecukupan sampai dengan yang pas-pasan pasti ingin memiliki sepeda motor karena fungsinya yang hampir seperti kebutuhan pokok. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat dilakukan pembelian sepeda motor baru maupun sepeda motor bekas.

Penentuan harga jual produk tidak hanya penting dalam penjualan produk baru tetapi untuk penjualan barang bekas pun merupakan salah satu keputusan yang penting apalagi banyak sekali faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan harga jual produk bekas jika kita mempunyai produk bekas yang akan kita jual (Setiawan F., *et al*, 2015, h. 35).

Sepeda motor baru sudah memiliki harga pasti yang ditentukan oleh pabriknya sedangkan untuk sepeda motor bekas harga tidak dipatok pasti oleh pabrik namun bergantung pada *dealer* atau pihak *showroom*. Penentuan harga jual sepeda motor bekas tidaklah asal mematok harga tetapi dengan melihat kriteria kelayakan sepeda motor bekas tersebut. Kriteria kelayakan sepeda motor bekas bisa seperti kurun waktu sepeda motor tersebut telah dipakai, warna, plat nomor daerah, kondisi fisik, harga beli, pajak STNK, tahun pembuatan, dll.

Menentukan harga jual sepeda motor bekas dalam matematika dapat dilakukan dengan berbagai cara misalnya menggunakan metode *exponensial smoothing*, metode regresi linear berganda, metode *fuzzy* dll. Salah satu cara yang bisa digunakan dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas adalah dengan menerapkan logika *fuzzy*. Menurut Urbanowicz dan Moore, *Fuzzy* memiliki keunggulan dalam hal perhitungannya yang tidak kaku (samar), sehingga mampu memperhitungkan kemungkinan tidak pasti (Izzah & Widyastuti, 2016). Dibandingkan dengan sistem lain, logika *fuzzy* bisa menghasilkan keputusan yang lebih adil dan lebih manusiawi. Logika *fuzzy* memodelkan perasaan atau intuisi dengan cara merubah nilai *crisp* menjadi nilai linguistik dengan *fuzzyfikasi* dan kemudian memasukkannya ke dalam *rule* yang dibuat berdasarkan *knowledge* (Prasetya & Rahayu,

2015, h. 2). Logika *fuzzy* merupakan sistem yang dapat menghitung dan memutuskan dengan baik (Adrial, 2018, h. 62). Logika *fuzzy* adalah pilihan yang baik untuk menghasilkan ruang *input* ke ruang *output* dengan nilai *input* abstrak. Logika *fuzzy* mudah dipelajari. Tidak banyak aturan untuk diterapkan di dalamnya. Hanya beberapa langkah formula menghasilkan *output* yang diinginkan (Perangin-Angin. M.I., *et al*, 2017, h. 52).

Logika *fuzzy* merupakan cabang ilmu matematika yang baru ditemukan beberapa tahun yang lalu dan memiliki konsep yang sederhana. Terdapat berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari yang erat hubungannya dengan ketidakpastian. Guna menggambarkan keadaan sehari-hari yang tidak pasti maka muncul istilah *fuzzy* yang pertama kali dikemukakan oleh Zadeh (1962). Atas dasar inilah Zadeh (1965) berusaha memodifikasi teori himpunan, dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara nol sampai satu (Yulianto, *et al*, 2012, h. 9). Logika *fuzzy* adalah metode yang termasuk dalam kategori *softcomputing*, metode yang dapat mengolah data-data yang bersifat tidak pasti dan dapat diimplementasikan dengan biaya yang murah (Salman, 2010, h. 276).

Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan (*membership function*) menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut (Abidah, 2016, h. 58).

Logika *fuzzy* memiliki beberapa keunggulan untuk menyelesaikan berbagai masalah dibandingkan logika tegas yaitu konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti dan konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti, logika *fuzzy* sangat fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks, dan logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami yang mudah dipahami oleh manusia (Kusumadewi, 2002, h.3). Pada kenyataannya manusia seringkali berkomunikasi dalam bahasa yang tidak jelas batasnya. Untuk menangani hal tersebut maka dibangunlah sebuah basis data dengan

pendekatan logika *fuzzy* yang dijabarkan dalam istilah linguistik (Hamdani *et al*, 2011, h. 99).

Himpunan *fuzzy* didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan *real* pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak diantaranya (Kusumadewi, 2002, h.17). Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah (Purwandito *et al*, 2019, h.108).

Inferensi *fuzzy* adalah proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia. Komponen yang melakukan inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi (Turban, 2007, h. 558). Beberapa metode sistem inferensi *fuzzy* yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, metode Larsen dan metode TSK (Takagi, Sugeno, Kang) (Lee, 2005, h. 248-249). Namun yang banyak digunakan adalah Mamdani dan yang masih jarang digunakan adalah metode Tsukamoto (Setiawan, 2018, h. 69). Sedangkan metode Sugeno saat ini telah banyak menarik perhatian untuk dilakukan penelitian dan beberapa hasil penelitian menarik telah dilaporkan menggunakan metode Sugeno (Lamrabet *et al*, 2019, h. 448). Kelebihan metode Sugeno yang menarik adalah memiliki kemampuan aproksimasi yang baik untuk fungsi yang sangat nonlinear (Wang, J., *et al*, 2018, h. 2).

Pada penelitian sebelumnya, berkaitan dengan penentuan harga jual sepeda motor bekas telah dilakukan oleh Prasetya dan Rahayu (2015), yang menggunakan metode Tsukamoto untuk menentukan harga jual sepeda motor bekas. Selanjutnya, Sunoto dan Lukman (2015), juga telah melakukan penelitian tentang penentuan harga jual sepeda motor bekas menggunakan metode Mamdani. Kemudian, Istraniady, *et al* (2013), melakukan perbandingan antara metode Tsukamoto dan Mamdani dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas (Agustin, *et al*, 2016, h. 176-177). Kemudian, Agustin, *et al*, (2016) melakukan penelitian tentang penentuan harga jual sepeda motor bekas menggunakan metode Sugeno.

Sementara itu, sejauh ini belum ditemukan penelitian mengenai perbandingan antara

metode *fuzzy Sugeno* dan *fuzzy Tsukamoto* maupun perbandingan antara metode *fuzzy Sugeno* dan *fuzzy Mamdani* dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas. Berdasarkan penelitian Istraniady dkk (2013) metode *fuzzy Tsukamoto* dinilai menghasilkan prediksi harga yang lebih mahal dibanding metode *fuzzy Mamdani*. Serta dalam saran penelitian (Istraniady, dkk., 2013) menuliskan bahwa untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan metode *fuzzy Sugeno* sehingga dapat diketahui perbandingan dari ketiga metode *fuzzy* tersebut.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk mengambil topik yang berjudul "Penerapan Metode *Fuzzy Tsukamoto* dan *Fuzzy Sugeno* dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor Bekas (Studi Kasus: *Showroom Mulyo Motor*)". Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana hasil penerapan metode *fuzzy Tsukamoto* dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas di *showroom Mulyo Motor*? (2) Bagaimana hasil penerapan metode *fuzzy Sugeno* dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas di *showroom Mulyo Motor*? (3) Bagaimana perbandingan hasil antara metode *fuzzy Tsukamoto* dan metode *fuzzy Sugeno* dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas studi kasus *showroom Mulyo Motor* dilihat dari nilai MAPE terkecil? Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan metode *fuzzy Tsukamoto* dan *fuzzy Sugeno* dalam penentuan harga jual sepeda motor bekas di *showroom Mulyo Motor* serta metode yang lebih akurat di antara keduanya dengan melihat nilai akurasi MAPE terkecil.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder dari *showroom Mulyo Motor*. Pengumpulan data menerapkan metode studi pustaka (mencari sumber-sumber dari buku-buku atau literatur lain) dan wawancara untuk mengetahui proses serta faktor yang mempengaruhi penentuan harga jual sepeda motor bekas di *showroom Mulyo Motor*. Pengambilan data dilakukan empat kali pada tanggal 18 Februari dan 13, 20, 27 Maret 2019.

Setelah mendapatkan data dan faktor penentu harga jual sepeda motor bekas di

showroom Mulyo Motor, selanjutnya dilakukan penelitian dengan langkah sebagai berikut: Terdapat dua variabel penelitian yaitu variabel *input* dan *output*, kemudian dilakukan analisis data. Dalam artikel ini, perhitungan metode *fuzzy Tsukamoto* dan *fuzzy Sugeno* akan menjabarkan satu data simulasi dari 35 data yang diperoleh dari *showroom* Mulyo Motor yaitu sepeda motor tipe vario techno 125 ISS dengan kriteria tahun motor 2015, harga beli Rp 13.500.000, kondisi motor 90% dan harga jual dari *showroom* Rp 15.250.000.

1) Menggunakan metode *Tsukamoto*.

Menurut Sutojo, *et al.*, (2011) sebagaimana yang dikutip oleh Triyanto, *et al.* (hlm. 3) mengolah data dengan metode *Tsukamoto* menggunakan tahapan sebagai berikut:

- a) Fuzzyfikasi, yaitu proses untuk mengubah *input* sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*.
- b) Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF...THEN*), yaitu secara umum bentuk model *fuzzy Tsukamoto* adalah *IF (X is A) and (Y is B) and (Z is C)* dimana A,B dan C adalah himpunan *fuzzy*.
- c) Mesin inferensi, yaitu proses dengan menggunakan fungsi implikasi *MIN* untuk mendapatkan nilai α –predikat setiap *rule* ($\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_i$). Kemudian masing-masing nilai α –predikat digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing *rule* (z_1, z_2, \dots, z_i).
- d) Defuzzyfikasi, yaitu mengubah *output fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan *fuzzyfikasi*. Proses defuzzyfikasi pada metode Tsukamoto menggunakan metode rata-rata (Average) dengan rumus

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i z_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i}$$

dengan μ_i adalah α -predikat ke-*i*, dan z_i adalah *output* pada anteseden aturan ke-*i*.

2) Menggunakan metode *Sugeno*.

Pada penelitian ini menggunakan metode *Sugeno* orde-satu dan perhitungannya berbantuan *software*

Matlab R2015a. Menurut Agustin *et al.*, (2016, h. 178) langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- a) Menentukan *range* dan fungsi keanggotaan dari masing-masing atribut linguistik.
- b) Menentukan fungsi pada konsekuen untuk masing-masing aturan implikasi.
- c) Membentuk aturan implikasi *fuzzy* dengan mengkombinasikan setiap atribut linguistik pada setiap variabel *input*.
- d) Melakukan defuzzyfikasi dengan menghitung rata-rata terbobot dari semua aturan implikasi *fuzzy*.

Setelah diperoleh hasil analisis data dari masing-masing metode, dilakukan perhitungan MAPE untuk mengukur akurasi hasil perkiraan. Akurasi adalah seberapa dekat suatu angka hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya (Yudihartanti, 2011, h. 731). Hasil peramalan sangat bagus jika nilai MAPE kurang dari 10% sedangkan nilai MAPE dikatakan bagus jika kurang dari 20% dan cukup jika bernilai 20% sampai 50% menurut (Harun,1999) sebagaimana yang dikutip (Agustin *et al.*, 2016, h.178). MAPE didefinisikan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|}{n} \times 100\%$$

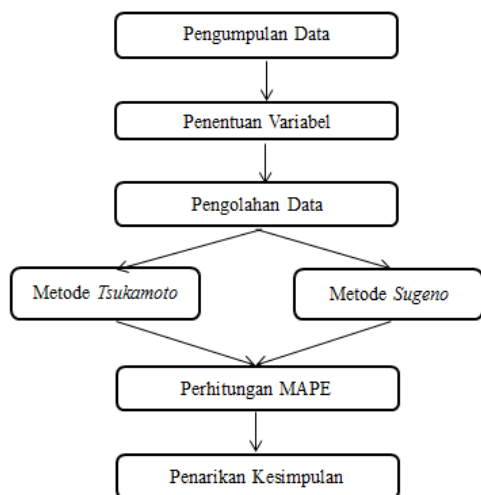
Dengan:

X_i = nilai data asli amatan ke-*i*

F_i = nilai ramalan amatan ke-*i*

n = banyaknya data

Berdasarkan nilai MAPE yang diperoleh, dilakukan penarikan kesimpulan bahwa salah satu metode dikatakan lebih akurat jika memiliki nilai presentase MAPE lebih kecil. Untuk mengetahui proses penelitian ini lebih jelas dapat dilihat diagram alur penelitian seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mendefinisikan Variabel Fuzzy

Berdasarkan data yang diambil di showroom Mulyo Motor telah diperoleh variabel *input* dan *output* sehingga dapat didefinisikan variabel *fuzzy*-nya yang disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	Tahun Motor	Lama	[2010, 2018]	[2010, 2014]
		Agak Lama	[2010, 2018]	[2010, 2018]
		Baru	[2014, 2018]	[2014, 2018]
Input	Harga Beli (Rp)	Murah	[7.250.000, 17.200.000]	[7.250.000, 12.225.000]
		Normal	[7.250.000, 17.200.000]	[7.250.000, 17.200.000]
		Mahal	[12.225.000, 17.200.000]	[12.225.000, 17.200.000]
Input	Kondisi (%)	Jelek	[80, 99]	[80, 89,5]
		Sedang	[80, 99]	[80, 99]
		Bagus	[89,5, 99]	[89,5, 99]
Output	Harga Jual (Rp)	Murah	[8.300.000, 18.250.000]	[8.300.000, 13.275.000]
		Agak Mahal	[8.300.000, 18.250.000]	[8.300.000, 18.250.000]
		Mahal	[13.275.000, 18.250.000]	[13.275.000, 18.250.000]

Pada Tabel 1 diperoleh domain dari masing-masing variabel yang akan digunakan untuk pengolahan data menggunakan metode *Tsukamoto* dan metode *Sugeno*

Analisis Data Menggunakan Metode Tsukamoto

1) Fuzzyfikasi

a) Variabel Tahun Motor

Variabel tahun motor terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu lama, agak lama dan baru yang direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu_{lama}(x) = \begin{cases} 1 & , x \leq 2010 \\ \frac{2014 - x}{2014 - 2010} & , 2010 \leq x \leq 2014 \\ 0 & , x \geq 2014 \end{cases}$$

$$\mu_{agak\ lama}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 2010 \text{ atau } x \geq 2018 \\ \frac{x - 2010}{2014 - 2010} & , 2010 \leq x \leq 2014 \\ \frac{2018 - x}{2018 - 2014} & , 2014 \leq x \leq 2018 \end{cases}$$

$$\mu_{baru}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 2014 \\ \frac{x - 2014}{2018 - 2014} & , 2014 \leq x \leq 2018 \\ 1 & , x \geq 2018 \end{cases}$$

b) Variabel Harga Beli

Variabel harga beli terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu murah, normal dan mahal yang direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu_{murah}(x) = \begin{cases} 1 & , x \leq 7.250.000 \\ \frac{12.225.000 - x}{12.225.000 - 7.250.000} & , 7.250.000 \leq x \leq 12.225.000 \\ 0 & , x \geq 12.225.000 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 7.250.000 \text{ atau } x \geq 17.200.000 \\ \frac{x - 7.250.000}{12.225.000 - 7.250.000} & , 7.250.000 \leq x \leq 12.225.000 \\ \frac{17.200.000 - x}{17.200.000 - 12.225.000} & , 12.225.000 \leq x \leq 17.200.000 \end{cases}$$

$$\mu_{mahal}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 12.225.000 \\ \frac{x - 12.225.000}{17.200.000 - 12.225.000} & , 12.225.000 \leq x \leq 17.200.000 \\ 1 & , x \geq 17.200.000 \end{cases}$$

c) Variabel Kondisi

Variabel kondisi terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu jelek, sedang dan bagus yang direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu_{jelek}(x) = \begin{cases} 1 & , x \leq 80 \\ \frac{89,5 - x}{89,5 - 80} & , 80 \leq x \leq 89,5 \\ 0 & , x \geq 89,5 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 80 \text{ atau } x \geq 99 \\ \frac{x - 80}{89,5 - 80} & , 80 \leq x \leq 89,5 \\ \frac{99 - x}{99 - 89,5} & , 89,5 \leq x \leq 99 \end{cases}$$

$$\mu_{bagus}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 89,5 \\ \frac{x - 89,5}{99 - 89,5} & , 89,5 \leq x \leq 99 \\ 1 & , x \geq 99 \end{cases}$$

d) Variabel Harga Jual

Variabel harga jual terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu murah, agak mahal dan mahal yang

direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu_{\text{murah}}(x) = \begin{cases} 1 & , x \leq 8.300.000 \\ \frac{13.275.000 - x}{13.275.000 - 8.300.000} & , 8.300.000 \leq x \leq 13.275.000 \\ 0 & , x \geq 13.275.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{agak mahal}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 8.300.000 \text{ atau } x \geq 18.250.000 \\ \frac{x - 8.300.000}{13.275.000 - 8.300.000} & , 8.300.000 \leq x \leq 13.275.000 \\ \frac{18.250.000 - x}{18.250.000 - 13.275.000} & , 13.275.000 \leq x \leq 18.250.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{mahal}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 13.275.000 \\ \frac{x - 13.275.000}{18.250.000 - 13.275.000} & , 13.275.000 \leq x \leq 18.250.000 \\ 1 & , x \geq 18.250.000 \end{cases}$$

Perhitungan derajat keanggotaan dari setiap variabel berdasarkan rumus fungsi keanggotaan yang telah dibentuk diperoleh sebagai berikut:

a) Tahun Motor (2015)

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Lama}}(2015) &= 0 \\ \mu_{\text{Agak Lama}}(2015) &= \frac{2018 - 2015}{2015 - 2014} = 0,75 \\ \mu_{\text{Baru}}(2015) &= \frac{2018 - 2014}{2018 - 2014} = 0,25 \end{aligned}$$

b) Harga Beli (Rp 13.500.000)

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Murah}}(13.500.000) &= 0 \\ \mu_{\text{Normal}}(13.500.000) &= \frac{17.200.000 - 13.500.000}{17.200.000 - 12.225.000} = 0,744 \\ \mu_{\text{Mahal}}(13.500.000) &= \frac{13.500.000 - 12.225.000}{17.200.000 - 12.225.000} = 0,256 \end{aligned}$$

c) Kondisi (90%)

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Jelek}}(90) &= 0 \\ \mu_{\text{Sedang}}(90) &= \frac{99 - 90}{99 - 89,5} = 0,947 \\ \mu_{\text{Bagus}}(90) &= \frac{90 - 89,5}{99 - 89,5} = 0,053 \end{aligned}$$

d) Harga Jual (Rp 15.250.000)

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Murah}}(15.250.000) &= 0 \\ \mu_{\text{Agak mahal}}(15.250.000) &= \frac{18.250.000 - 15.250.000}{18.250.000 - 13.275.000} = 0,603 \\ \mu_{\text{Mahal}}(15.250.000) &= \frac{15.250.000 - 13.275.000}{18.250.000 - 13.275.000} = 0,397 \end{aligned}$$

2) Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy memiliki bentuk "if (variabel input) then (variabel output)". Penghubung antar variabel input

menggunakan operator AND. Konsekuensi dari aturan ini berupa himpunan fuzzy. Berdasarkan penalaran logika fuzzy jika terdapat tiga variabel input dan tiga himpunan fuzzy (nilai linguistik) sehingga dapat dibentuk 27 aturan fuzzy yang akan digunakan sebagai acuan dalam inferensi kasus yang ada dalam penelitian ini. Pembentukan aturan fuzzy disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Aturan Fuzzy

Aturan Fuzzy	Tahun Motor	Harga Beli (Rp)	Kondisi (%)	Harga Jual (Rp)
[R1]	Lama	Murah	Jelek	Murah
[R2]	Lama	Murah	Sedang	Murah
[R3]	Lama	Murah	Bagus	Murah
[R4]	Lama	Normal	Jelek	Agak Mahal
[R5]	Lama	Normal	Sedang	Agak Mahal
[R6]	Lama	Normal	Bagus	Agak Mahal
[R7]	Lama	Mahal	Jelek	Agak Mahal
[R8]	Lama	Mahal	Sedang	Mahal
[R9]	Lama	Mahal	Bagus	Mahal
[R10]	Agak Lama	Murah	Jelek	Murah
[R11]	Agak Lama	Murah	Sedang	Murah
[R12]	Agak Lama	Murah	Bagus	Murah
[R13]	Agak Lama	Normal	Jelek	Agak Mahal
[R14]	Agak Lama	Normal	Sedang	Agak Mahal
[R15]	Agak Lama	Normal	Bagus	Agak Mahal
[R16]	Agak Lama	Mahal	Jelek	Mahal
[R17]	Agak Lama	Mahal	Sedang	Mahal
[R18]	Agak Lama	Mahal	Bagus	Mahal
[R19]	Baru	Murah	Jelek	Agak Mahal
[R20]	Baru	Murah	Sedang	Murah
[R21]	Baru	Murah	Bagus	Mahal
[R22]	Baru	Normal	Jelek	Agak Mahal
[R23]	Baru	Normal	Sedang	Agak Mahal
[R24]	Baru	Normal	Bagus	Agak Mahal
[R25]	Baru	Mahal	Jelek	Agak Mahal
[R26]	Baru	Mahal	Sedang	Mahal
[R27]	Baru	Mahal	Bagus	Mahal

Dalam menentukan aturan fuzzy yang berlaku untuk data simulasi, abaikan variabel dari fuzzyfikasi yang memiliki derajat keanggotaan nol karena tidak berpengaruh untuk proses selanjutnya. Dengan melihat aturan fuzzy yang telah dibentuk adalah aturan fuzzy 14, 15, 17, 18, 23, 24, 26 dan 27.

3) Inferensi Fuzzy

Dalam mencari α -predikat pilih aturan yang memiliki nilai derajat keanggotaan selain nol, dikarenakan pencarian defuzzyfikasi hanya mengambil nilai α -predikat selain nol (Simanjutak *et al.* 2018. h. 102) sehingga α -predikat (μ) dan hasil inferensi (z) dari masing-masing aturan yang berlaku sebagai berikut:

[R14] Jika tahun motor AGAK LAMA dan harga beli NORMAL dan kondisi SEDANG maka harga jual AGAK MAHAL

- $\mu_{14} = \min\{0,75, 0,744, 0,947\}$
 $= 0,744$ diperoleh
 $z_{14} = 14.548.600$
- [R15] Jika tahun motor AGAK LAMA dan harga beli NORMAL dan kondisi BAGUS maka harga jual AGAK MAHAL
- $\mu_{15} = \min\{0,75, 0,744, 0,053\}$
 $= 0,053$ diperoleh
 $z_{15} = 17.986.325$
- [R17] Jika tahun motor AGAK LAMA dan harga beli MAHAL dan kondisi SEDANG maka harga jual MAHAL
- $\mu_{17} = \min\{0,75, 0,256, 0,947\}$
 $= 0,256$ diperoleh
 $z_{17} = 14.548.600$
- [R18] Jika tahun motor AGAK LAMA dan harga beli MAHAL dan kondisi BAGUS maka harga jual MAHAL
- $\mu_{18} = \min\{0,75, 0,256, 0,053\}$
 $= 0,053$ diperoleh
 $z_{18} = 13.538.675$
- [R23] Jika tahun motor BARU dan harga beli NORMAL dan kondisi SEDANG maka harga jual AGAK MAHAL
- $\mu_{23} = \min\{0,25, 0,744, 0,947\}$
 $= 0,25$ diperoleh
 $z_{23} = 17.006.250$
- [R24] Jika tahun motor BARU dan harga beli NORMAL dan kondisi BAGUS maka harga jual AGAK MAHAL
- $\mu_{24} = \min\{0,25, 0,744, 0,053\}$
 $= 0,053$ diperoleh
 $z_{24} = 17.986.325$
- [R26] Jika tahun motor BARU dan harga beli MAHAL dan kondisi SEDANG maka harga jual MAHAL
- $\mu_{26} = \min\{0,25, 0,256, 0,947\}$
 $= 0,25$ diperoleh
 $z_{26} = 14.518.750$
- [R27] Jika tahun motor BARU dan harga beli MAHAL dan kondisi BAGUS maka harga jual MAHAL
- $\mu_{27} = \min\{0,25, 0,256, 0,053\}$
 $= 0,053$ diperoleh
 $z_{27} = 13.538.675$

$$Z = \frac{\mu_{14}z_{14} + \mu_{15}z_{15} + \mu_{17}z_{17} + \mu_{18}z_{18} + \mu_{23}z_{23} + \mu_{24}z_{24} + \mu_{26}z_{26} + \mu_{27}z_{27}}{\mu_{14} + \mu_{15} + \mu_{17} + \mu_{18} + \mu_{23} + \mu_{24} + \mu_{26} + \mu_{27}}$$

$$= \frac{(0,744 \times 14.548.600) + (0,053 \times 17.986.325) + \dots + (0,25 \times 14.518.750) + (0,053 \times 13.538.675)}{0,744 + 0,053 + 0,256 + 0,053 + 0,25 + 0,053 + 0,25 + 0,053}$$

$$= \frac{10.824.158,4 + 953.275,225 + \dots + 3.629.687,5 + 717.549,775}{1,712}$$

$$= \frac{25.771.500}{1,712}$$

$$= 15.053.446,26$$

Jadi, harga jual sepeda motor data no.1 (sepeda motor vario techno 125 ISS) adalah Rp 15.053.446,26.

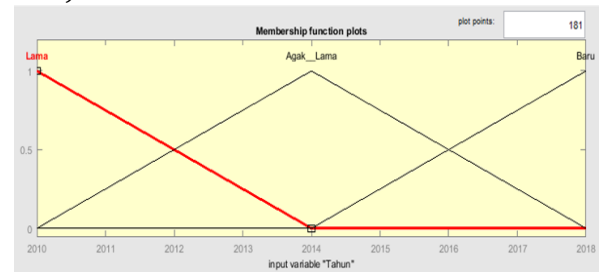
Analisis Data Menggunakan Metode *Sugeno*

Dalam penelitian ini, analisis data menggunakan metode *Sugeno* berbantuan software Matlab R2015a dengan langkah sebagai berikut:

1) Fuzzyfikasi

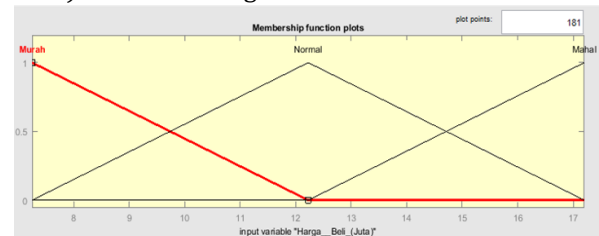
Berdasarkan himpunan *fuzzy* dan domain yang telah ditentukan pada Tabel 1, diperoleh representasi fungsi keanggotaan dari variabel tahun motor, harga beli dan kondisi yang secara berturut-turut ditampilkan pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 berikut:

a) Variabel Tahun Motor



Gambar 2 Himpunan *Fuzzy* Tahun Motor

b) Variabel Harga Beli

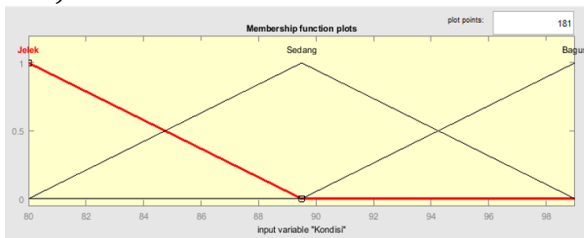


Gambar 3 Himpunan *Fuzzy* Harga Beli

4) Defuzzyfikasi

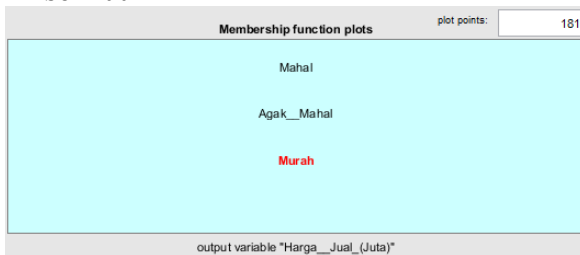
Defuzzyfikasi yaitu mengubah *output fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas.

c) Variabel Kondisi



Gambar 4 Himpunan Fuzzy Kondisi

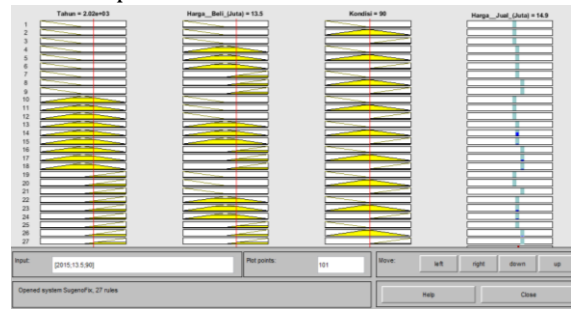
- 2) Pembentukan Fungsi Output (Konsekuen)
 Dalam penelitian ini, model yang digunakan dalam metode Sugeno adalah model orde-satu sehingga fungsi output (konsekuen) berbentuk persamaan linear. Berdasarkan hasil wawancara di showroom Mulyo Motor, persamaan linear penentuan harga jual sepeda motor bekas pada konsekuen adalah
- $$\text{Harga Jual} = \text{harga beli} + \text{konstanta}$$
- dengan nilai konstanta yang mencakup besarnya biaya perbaikan, perawatan sepeda motor serta keuntungan yang diambil oleh showroom. Terdapat tiga kategori konstanta yaitu murah, agak mahal dan mahal seperti tampilan Gambar 5 berikut:



Gambar 5 Fungsi Output Harga Jual

- 3) Pembentukan Aturan Fuzzy
 Sama halnya dengan aturan fuzzy pada metode Tsukamoto yang disajikan pada Tabel 2, aturan fuzzy metode Sugeno juga terbentuk 27 aturan dengan penghubung antar variabel input (anteseden) menggunakan operator AND. Namun konsekuen dari aturan ini berupa persamaan linear yang telah dibentuk sebelumnya.
- 4) Defuzzyfikasi
 Langkah terakhir untuk memperoleh hasil akhir berupa nilai crisp dari metode fuzzy Sugeno yaitu defuzzyfikasi. Dengan menginput data simulasi pada kolom input

dalam hal ini [2015; 13.3; 90] kemudian enter maka muncul nilai output "Harga_Jual_(Juta)=15.1" yang berarti sepeda motor tahun 2015, harga beli Rp 13.300.000, dan kondisi 90% memiliki harga jual menggunakan perhitungan fuzzy Sugeno sebesar Rp 14.900.000 seperti yang ditampilkan Gambar 6 berikut:



Gambar 6 Defuzzyfikasi Metode Sugeno

Perhitungan Nilai MAPE

Berdasarkan hasil keseluruhan simulasi yang disajikan pada Tabel 3, baik metode fuzzy Tsukamoto maupun fuzzy Sugeno dilakukan perhitungan nilai MAPE sebagai berikut:

a) MAPE metode fuzzy Tsukamoto

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{\sum_{i=1}^{35} \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|}{35} \times 100\% \\ &= \frac{\left| \frac{X_1 - F_1}{X_1} \right| + \left| \frac{X_2 - F_2}{X_2} \right| + \dots + \left| \frac{X_{35} - F_{35}}{X_{35}} \right|}{35} \times 100\% \\ &= \frac{\left| \frac{196.553,74}{15.250.000} \right| + \left| \frac{474.263,86}{16.500.000} \right| + \dots + \left| \frac{-1.963.857,41}{9.500.000} \right|}{35} \times 100\% \\ &= \frac{0,013 + 0,029 + \dots + 0,207}{35} \times 100\% \\ &= \frac{3,082}{35} \times 100\% \\ &= 0,088 \times 100\% \\ &= 8,8\% \end{aligned}$$

Diperoleh nilai MAPE sebesar 8,8% yang berarti hasil simulasi yang diperoleh sangat bagus karena memiliki nilai MAPE kurang dari 10%.

b) MAPE metode fuzzy Sugeno

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{\sum_{i=1}^{35} \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|}{35} \times 100\% \\ &= \frac{\left| \frac{X_1 - F_1}{X_1} \right| + \left| \frac{X_2 - F_2}{X_2} \right| + \dots + \left| \frac{X_{35} - F_{35}}{X_{35}} \right|}{35} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\left| \left(\frac{350.000}{15.250.000} \right) + \left(\frac{-1.100.000}{16.500.000} \right) + \dots + \left(\frac{100.000}{9.500.000} \right) \right|}{35} \\
&\times 100\% \\
&= \frac{0,023 + 0,067 + \dots + 0,011}{35} \times 100\% \\
&= \frac{1,134}{35} \times 100\% \\
&= 0,032 \times 100\% \\
&= 3,2\%
\end{aligned}$$

Diperoleh nilai MAPE sebesar 3,2% yang berarti hasil simulasi yang diperoleh sangat bagus karena memiliki nilai MAPE kurang dari 10%.

Perbandingan Hasil Kedua Metode

Perbandingan hasil harga jual sepeda motor bekas antara perhitungan menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* dan *fuzzy Sugeno* seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Menggunakan Metode *Tsukamoto* dan *Sugeno*

No	Tipe Motor	Tahun Motor	Harga Beli (Rp)	Kondisi (%)	Harga Jual Motor Bekas (Rp)		
					Showroom	Tsukamoto	Sugeno
1	Vario Techno 125 ISS	2015	13.500.000	90	15.250.000	15.053.446,26	14.900.000
2	Vario 125 CBS - ISS	2017	15.800.000	95	16.500.000	16.025.736,14	17.600.000
3	Vario 125 CBS	2014	11.800.000	85	12.600.000	10.787.500,00	13.000.000
4	Vario CW 110	2012	7.250.000	80	8.300.000	10.787.500,00	8.050.000
5	Vario CW 110	2015	11.800.000	95	12.500.000	10.866.400,89	13.000.000
6	Beat FI ISS	2017	12.100.000	95	13.500.000	16.135.684,70	13.300.000
7	Beat FI	2013	8.250.000	85	9.200.000	11.542.357,92	9.130.000
8	Beat CW	2015	10.700.000	90	12.000.000	11.295.222,89	11.800.000
9	Beat CW	2014	9.200.000	90	10.750.000	10.301.695,30	10.200.000
10	Beat FI ISS	2016	11.500.000	90	12.250.000	11.204.317,11	12.600.000
11	Vario 150	2015	13.850.000	85	15.750.000	15.782.193,80	15.300.000
12	Vario 125	2015	14.200.000	90	15.600.000	15.463.186,33	15.700.000
13	Vario 125 CBS - ISS	2017	15.600.000	95	16.800.000	19.147.458,26	17.300.000
14	Scoopy Stylish	2018	17.200.000	98	18.250.000	17.314.948,75	19.200.000
15	Vario 125 CBS - ISS	2017	16.100.000	99	17.150.000	16.619.214,32	17.900.000
16	Vario Techno CBS	2010	8.200.000	85	9.360.000	10.357.713,28	9.080.000
17	Vario 150	2015	15.400.000	90	16.500.000	16.163.522,20	17.100.000
18	Vario CW 110	2014	9.500.000	80	10.800.000	10.548.700,00	10.500.000
19	Vario 125	2016	13.700.000	95	15.250.000	15.474.755,60	15.100.000
20	Beat CBS	2016	11.500.000	90	12.750.000	11.060.686,10	12.600.000
21	Scoopy Sporty	2014	8.800.000	86	9.500.000	10.321.369,46	9.720.000
22	Vario 125	2014	13.750.000	90	14.750.000	15.884.472,97	15.200.000
23	Vario 150	2015	14.200.000	85	15.000.000	15.174.135,92	15.700.000
24	Vario 110 CBS	2015	14.000.000	92	15.250.000	15.105.146,12	15.500.000

25	Vario 110 CBS	2015	13.900.000	80	14.110.000	15.524.157,70	15.300.000
26	Vario 125	2012	9.500.000	89	10.550.000	10.787.500,00	10.500.000
27	Beat CW	2014	10.000.000	94	11.000.000	10.915.510,37	11.000.000
28	Vario 125	2011	9.000.000	84	10.250.000	10.572.835,37	9.940.000
29	Beat Sporty CW	2013	10.500.000	93	12.500.000	11.047.939,59	11.600.000
30	Scoopy Sporty	2016	13.500.000	84	14.000.000	15.661.107,90	14.800.000
31	Scoopy Sporty	2016	14.000.000	89	15.000.000	15.884.891,20	15.500.000
32	Scoopy Stylish	2017	14.250.000	87	15.250.000	15.973.955,23	15.700.000
33	Scoopy Playful	2015	13.250.000	80	13.850.000	15.322.078,61	14.600.000
34	Beat FI	2012	7.500.000	82	8.800.000	11.437.617,79	8.320.000
35	Beat FI ISS	2013	8.500.000	86	9.500.000	11.463.857,41	9.400.000

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

- 1) Hasil penerapan metode *fuzzy Tsukamoto* dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas di *Showroom* Mulyo Motor adalah sepeda motor bekas merek Beat memiliki harga jual pada interval [10.301.695, 16.135.685], sepeda motor bekas merek Scoopy memiliki harga jual pada interval [10.321.369, 17.314.949] dan sepeda motor bekas merk Vario memiliki harga jual pada interval [10.357.713, 19.147.458] dalam satuan rupiah.
- 2) Hasil penerapan metode *fuzzy Sugeno* dalam menentukan harga jual sepeda motor bekas di *Showroom* Mulyo Motor adalah sepeda motor bekas merek Beat memiliki harga jual pada interval [8.320.000, 13.300.000], sepeda motor bekas merek Scoopy memiliki harga jual pada interval [9.720.000, 19.200.000] dan sepeda motor bekas merk Vario memiliki harga jual pada interval [8.050.000, 17.900.000] dalam satuan rupiah.
- 3) Hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai ukuran akurasi diperoleh nilai untuk metode *Tsukamoto* sebesar 8,8% dan metode *Sugeno* sebesar 3,2%. Dari hal tersebut kedua metode memiliki hasil peramalan yang sangat bagus karena memiliki nilai kurang dari 10%. Dapat dilihat bahwa nilai MAPE metode *Sugeno* kurang dari metode *Tsukamoto* sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy Sugeno* lebih akurat dibandingkan metode *fuzzy Tsukamoto* untuk menentukan

harga jual sepeda motor bekas di *showroom* Mulyo Motor.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, A. H., Gandhiadi, G. K., & Oka, T. B. (2016). Penerapan Metode Fuzzy Sugeno untuk Menentukan Harga Jual Sepeda Motor Bekas. *E-Jurnal Matematika*, 178.
- Adrial, R. (2018). *Fuzzy Logic Modeling* Metode Sugeno Pada Penentuan Tipe Diabetes Melitus Menggunakan Matlab. *Jurnal Ilmiah Informatika (JIF)*, 6(1): 62-68.
- Abidah, S. (2016). Analisis Komparasi Metode Tsukamoto dan Sugeno dalam Prediksi Jumlah Siswa Baru. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 7(1), 57-63.
- Hamdani., Haviluddin., & Abdillah, M. S. (2011). Sistem Pendukung Keputusan Pembelian Notebook Menggunakan Logika Fuzzy Tahani. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 6(3): 98-104.
- Perangin-Angin, M.I., Lubis, A.H. dkk. (2017). Implementation of Fuzzy Tsukamoto Algorithm in Determining Work Feasibility. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 19(4): 52-55.
- Istraniady & Andrian, P. (2013). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Metode Fuzzy Mamdani pada Perbandingan Harga Sepeda Motor Bekas.
- Izzah, A., & Widyastuti, R. (2016). Prediksi Kelulusan Mata Kuliah Menggunakan

- Hybrid Fuzzy Inference System. Register: *Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 2(2): 60-67
- Kusumadewi, S. (2002). *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox MATLAB*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lamrabet, O., Ech-charqy, A., dkk. (2019). Sampled data Control for Takagi-Sugeno Fuzzy System with Actuator Saturation. *Second International Conference on Intelligent Computing in Data Sciences (ICDS 2018)*. (148): 448-454.
- Lee, K. H, (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Applications*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Prasetya, I., & Rahayu, Y. (2015). Penentuan Harga Jual Sepeda Motor Bekas Menggunakan *Fuzzy Logic* (Metode Tsukamoto) dan Implementasinya.
- Purwandito, R., Suyitno H., & Alamsyah. (2019). Penerapan Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode Mamdani untuk Penentuan Jumlah Produksi Barang. *UNNES Journal of Mathematics*, 8(1): 1-10.
- Salman, A. G. (2010). Pemodelan Sistem *Fuzzy* dengan Menggunakan Matlab. *ComTech*. 1(2): 276-288.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *Logika Fuzzy dengan Matlab*. Bali: Jayapangus Press.
- Setiawan, F., Willy D. N., & Dinarisni P. (2015). Penentuan Harga Jual Mobil Bekas dengan Mempertimbangkan Harga Baru, Harga Bekas, Kondisi Mobil dan Harga Bekas Produk Sejenis Merk Lain Menggunakan *Fuzzy Logic*. *Jurnal Tesis*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Sunoto, I. & Lukman. (2015). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Harga Jual Sepeda Motor Bekas Dengan Pendekatan Logika *Fuzzy Inference System* Mamdani. *Jurnal SIMETRIS*, 6(2): 305-314.
- Triyanto, A., Febri, B., K., & Shinta, P. Studi Perbandingan Metode *Fuzzy* Tsukamoto dan *Fuzzy* Mamdani Untuk Seleksi Pegawai Teladan Pada PT Gracia Pharmindo. *Jurnal STMIK GI MDP*.
- Turban, E., J.E. Aronson & T. Liang. (2007). *Decision Support Systems and Intelligent Systems 7th Edition*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Wang, J., Liang, J., & Dobaie, A. (2018). Stability Analysis and Synthesis for Switched Takagi-Sugeno Fuzzy Positive System Described by The Roesser Model. *Fuzzy Set Syztem*.
- Yudihartanti, Y. (2011). Analisis Komparasi Metode *Fuzzy Mamdani* dan *Sugeno* dalam Penjadwalan Mata Kuliah. *Progresif*, 7(2): 731-780.
- Yulianto, A.W., Hardi, S., & Mashuri. (2012). Yulianto, A.W., Hardi, S., & Mashuri. (2012). Aplikasi *Fuzzy* Linear Programing dalam Optimalisasi Produksi. *UNNES Journal of Mathematics*, 1(1): 1-7.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control Fuzzy Sets*. Vol. 8. Page: 338-353.
- Zadeh, L. A. (1962). From Circuit Theory to System Theory. *Proceedings of the IRE*. 1: 45-55.