

Prediksi Jumlah Produksi Roti Holland Boga Bakery Akibat Penyebaran Covid-19 Menggunakan Metode Fuzzy Takagi-Sugeno

Rizky Mashuda

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Darwan Ali

Email: salamatsalamah@gmail.com

ABSTRACT— The rapid spread of the corona virus or Covid-19 around the world has caused the World Health Organization (WHO) to designate it as a global pandemic. The Indonesian government, including the Greater Jakarta area, is implementing social distancing and physical distancing policies to reduce the spread of the virus. However, this policy also resulted in negative impacts such as economic losses, unemployment, and food scarcity. This has an impact on companies, including Holland Boga Bakery in Sampit, which is experiencing problems with selling bread that is not balanced with production. To overcome this problem, accurate prediction of the amount of bread production is very important. In this study, a comparison was made between the Tsukamoto and Sugeno Fuzzy Inference System methods. The calculation results show that the Sugeno method provides better predictions with a smaller average absolute error. Other studies have also used the Fuzzy Sugeno method to determine the nutritional status of toddlers and estimate sugar production. The results showed that the Fuzzy Sugeno method has high accuracy. The application of fuzzy logic is also used in predicting the supply of raw materials and bread production during the Covid-19 pandemic. In this study, the Fuzzy Takagi-Sugeno method was used to predict the amount of bread produced by Holland Boga Bakery in Sampit Regency. The results of the prediction of the amount of bread production using the Fuzzy Takagi-Sugeno method get a MAPE value of 18.6%. The MAPE value of 18.6% can be said to have good accuracy.

Keywords— Fuzzy Takagi-Sugeno, Bread Production, MAPE, Fuzzy Inference Tsukamoto

ABSTRAK— Penyebaran virus corona atau Covid-19 secara cepat di seluruh dunia telah menyebabkan Badan Kesehatan Dunia (WHO) menentukannya sebagai pandemi global. Pemerintah Indonesia, termasuk wilayah Jabodetabek, mengimplementasikan kebijakan social distancing dan physical distancing guna mengurangi penyebaran virus. Namun, kebijakan tersebut juga mengakibatkan dampak negatif seperti kerugian ekonomi, pengangguran, dan kelangkaan makanan. Hal ini berdampak pada perusahaan-perusahaan, termasuk Holland Boga Bakery di Sampit, yang mengalami masalah penjualan roti yang tidak seimbang dengan produksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, prediksi jumlah produksi roti yang akurat sangat penting. Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan antara metode Fuzzy Inference System Tsukamoto dan Sugeno. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode Sugeno memberikan prediksi yang lebih baik dengan rata-rata absolute error yang lebih kecil. Penelitian lain juga menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk penentuan status gizi balita dan perkiraan produksi gula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fuzzy Sugeno memiliki akurasi tinggi. Penerapan logika fuzzy juga digunakan dalam prediksi persediaan bahan baku dan produksi roti saat pandemi Covid-19. Dalam penelitian ini, digunakan metode Fuzzy Takagi-Sugeno untuk memprediksi jumlah produksi roti oleh Holland Boga Bakery di Kabupaten Sampit. Hasil prediksi jumlah produksi roti menggunakan metode Fuzzy Takagi-Sugeno mendapatkan nilai MAPE sebesar 18,6%. Nilai MAPE 18,6% dapat dikatakan memiliki akurasi yang baik.

Kata kunci—Fuzzy Takagi-Sugeno, Produksi Roti, MAPE, Fuzzy Inference Tsukamoto

I. PENDAHULUAN

Badan Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa virus corona atau Covid-19 ditetapkan sebagai pandemi global, karena penyebaran yang sangat cepat ke seluruh penjuru dunia, jumlah kasus dan kematian yang terus meningkat serta kurangnya terapi dan vaksin [1]. Berdasarkan data WHO jumlah kasus kumulatif Covid-19 per-tanggal 2 April 2020 mencapai 902.496 kasus [2]. Pemerintah Indonesia mengambil kebijakan guna meminimalisir penyebaran Covid-19 dengan menerapkan social distancing (jaga jarak sosial) dan physical distancing (jaga jarak antar orang) kepada masyarakat. Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) juga diterapkan pada wilayah jabodetabek [3]. Penerapan kebijakan tersebut menimbulkan dampak buruk seperti kerugian ekonomi, pengangguran, kelangkaan makanan

dan kesejahteraan masyarakat menurun [4][5]. Aktivitas dan pergerakan masyarakat di Jabodetabek dan kota-kota besar terjadi penurunan drastis setelah adanya kebijakan tersebut. Bagi entitas usaha, adanya PSBB dapat menimbulkan kerugian, turunnya pendapatan karena penjualan yang menurun. Kerugian yang timbul akan menyebabkan modal perusahaan terkuras hingga skala usaha menyusut bahkan bangkrut [6]. Salah satu perusahaan roti yang berada di Sampit yaitu Holland Boga Bakery merasakan imbas dari adanya pandemi Covid-19. Holland Boga Bakery mengalami masalah tentang perkembangan penjualan roti yang tidak seimbang dengan jumlah produksi sejak adanya pandemi Covid-19. Perusahaan industri ini bergerak dibidang produksi pangan yang memiliki jangka waktu konsumsi maka perusahaan harus dapat menentukan jumlah produk yang akan diproduksi dengan tepat agar produk yang tersisa

tidak terbuang karena habis masa konsumsi [7][8]. Adanya penentuan jumlah produksi yang tepat sehingga perusahaan tidak mengalami kerugian, dan adanya permasalahan kelebihan atau kekurangan produksi sangat berpengaruh terhadap pendapatan perusahaan. Usaha untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu prediksi jumlah produksi roti dengan tepat [9].

Prediksi jumlah pemesanan Roti dilakukan dengan membandingkan dua metode Fuzzy Inference System yaitu Tsukamoto dan Sugeno, untuk mengetahui metode manakah yang tepat digunakan untuk memprediksi dan manakah yang memiliki nilai rata-rata absolute error lebih kecil. Hasil perbandingan kedua metode tersebut setelah dilakukan perhitungan didapatkan bahwa prediksi menggunakan metode Sugeno lebih baik dibandingkan metode Tsukamoto dengan rata-rata absolute error metode Sugeno sebesar 0,01776%, sedangkan metode Tsukamoto sebesar 0,50428% [10]. Surhajito, Jimmy, dan Abba Suganda Girsang melakukan penelitian pada tahun 2017. Penelitian tersebut berfokus pada penentuan status gizi balita berdasarkan tinggi, berat, dan usia agar dapat mengontrol dan menjaga kesehatan balita yang membutuhkan gizi untuk tumbuh kembang. Metode yang digunakan untuk mendukung system pada penelitian tersebut adalah Fuzzy Sugeno. Hasil penelitian membuktikan bahwa metode Fuzzy Sugeno memiliki akurasi tinggi dan mendekati ideal karena kelompok kategori gizi balita yang digunakan sebanyak 5 kategori [11]. Penerapan sistem inferensi fuzzy dilakukan oleh Ayyubi Ahmad dalam penelitiannya yang bertujuan untuk memperkirakan banyaknya gula yang harus diproduksi.

Metode Sugeno orde-0 diterapkan untuk memperkirakan jumlah produksi. Berdasarkan perhitungan, penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa perhitungan menggunakan Sugeno orde-0 diperoleh dengan nilai error paling kecil 0,1530 dan dapat dikatakan mendekati 0 dan dikatakan cukup akurat [12]. Penerapan logika Fuzzy Sugeno juga dilakukan oleh Julio Warmansyah dan Dida Hilpiyah pada penelitiannya yang berfokus pada prediksi persediaan bahan baku PT. Cahaya Boxindo dengan output jumlah stok akhir. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk menghindari stok yang berlebihan. Penelitian tersebut berhasil memprediksi persediaan bahan baku dengan menerapkan metode Fuzzy Sugeno. Nilai akurasi dari hasil prediksi mendapatkan nilai MAPE sebesar 38% (masuk akal) berdasarkan table evaluasi prediksi [13].

Penggunaan logika fuzzy pada penelitian ini untuk mengolah input ke dalam bentuk output dengan hasil yang baik, bentuk logika multi-nilai yang berkaitan dengan nilai perkiraan yang terletak diantara 0 dan 1 [14][15]. Kemudian untuk memprediksi jumlah produksi roti saat pandemi Covid-19 di Kabupaten Sampit dalam penelitian ini menggunakan metode Logika Fuzzy Takagi-Sugeno seperti yang telah diketahui bahwa metode Fuzzy Takagi Sugeno mampu memecahkan permasalahan terkait prediksi [16][17]. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan solusi untuk memprediksi banyaknya jumlah roti yang akan diproduksi pada satu hari tertentu oleh Holland Boga Bakery saat pandemic

Covid-19 menggunakan metode Fuzzy Takagi-Sugeno. Tujuan dari penelitian ini untuk memprediksi jumlah roti yang akan diproduksi saat pandemi, dengan manfaat penelitian dari hasil perhitungan yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan banyaknya roti yang akan diproduksi pada hari tertentu saat masa pandemi [18].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Gambar 1 menjelaskan skema penelitian secara keseluruhan yang dilakukan dalam prediksi jumlah produksi roti saat pandemi [7]. Adapun tahapan atau alur dari penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan, kemudian ketahap pengumpulan data hingga pengolahan data. Setelah tahap pengolahan data selesai, masuk ketahap penerapan Fuzzy, dalam metode Fuzzy terdiri dari 4 tahap, yaitu: penentuan variabel fuzzy, pembentukan aturan fuzzy, inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi. Setelah dilakukan penerapan Fuzzy, maka didapatkan hasil ramalan dari defuzzifikasi.



Gambar 1. Alur Penelitian

A. Pengumpulan Data

Data bersumber dari Holland Boga Bakery dan website resmi Covid-19 Kabupaten Sampit. Data Holland Boga Bakery yang dibutuhkan untuk penelitian ini meliputi data penjualan, data sisa penjualan, dan data produksi. Data Covid-19 meliputi jumlah kasus kumulatif penyebaran yang terjadi di Sampit.

B. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu data yang telah didapatkan dari sumber lalu diolah menggunakan metode normalisasi untuk memperoleh data yang sesuai. Sehingga data yang didapatkan sebanyak 32 record data.

C. Penerapan Fuzzy

Penerapan fuzzy berisi proses penerapan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut proses penerapan fuzzy [19] : Menentukan variabel fuzzy, Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: 3 variabel input, variabel jual, variabel sisa, dan variable Covid-19, serta variabel output terdapat 1 variabel yaitu: variabel produksi. Setelah menentukan variabel kemudian membentuk himpunan fuzzy. Variabel jual memiliki himpunan sedikit dan banyak, variabel sisa memiliki himpunan sedikit dan banyak,

variabel Covid-19 memiliki himpunan berkurang dan bertambah, serta variabel produksi memiliki himpunan sedikit dan banyak. Membentuk aturan fuzzy, Pembentukan aturan fuzzy melibatkan semua variabel yang sudah ditentukan sebelumnya. Inferensi fuzzy, Berdasarkan aturan yang sudah dibentuk, akan digunakan untuk menentukan nilai α (nilai keanggotaan dari setiap aturan) dan z (nilai perkiraan barang yang akan diproduksi dari setiap aturan). Nilai z dari setiap aturan didapatkan berdasarkan rata-rata banyaknya roti yang diproduksi per hari dan memenuhi kriteria dari aturan yang sudah ditentukan. Defuzzifikasi. Metode yang digunakan dalam defuzzifikasi adalah center of singleton seperti pada persamaan (1) berikut:

$$Z^* = \frac{\alpha_1 \cdot z_1 + \alpha_2 \cdot z_2 + \dots + \alpha_7 \cdot z_7 + \alpha_8 \cdot z_8}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_7 + \alpha_8} \quad (1)$$

Kesimpulan penelitian ini diambil dari hasil perhitungan prediksi menggunakan metode Fuzzy Takagi Sugeno yaitu hasil dari proses defuzzifikasi. Hasil tersebut yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menentukan banyaknya jumlah roti yang akan diproduksi oleh Holland Boga Bakery pada saat pandemi Covid-19. Hasil perhitungan prediksi menggunakan metode Fuzzy Takagi Sugeno yang digunakan sebagai acuan kemudian dilakukan evaluasi dengan menunjukkan tingkat kesalahan metode Fuzzy Takagi Sugeno dalam peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Nilai MAPE ditunjukkan dalam persentase [13]. Rumus (2) MAPE sebagai berikut [20]:

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|\hat{y}_t - y_t|}{y_t}}{n} \times 100\% \quad (2)$$

dengan $\hat{y}_t$ adalah nilai prediksi pada periode t , y_t adalah nilai aktual pada periode t , dan n adalah banyaknya data [13]. Tabel I menunjukkan penjelasan tingkat akurasi dari nilai MAPE, berikut:

TABEL I
EVALUASI PREDIKSI DENGAN NILAI MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
$MAPE \leq 10\%$	Tinggi
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Masuk Akal
$MAPE \geq 50\%$	Rendah

III. DESAIN, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Metode Fuzzy Takagi-Sugeno dalam Memprediksi Jumlah Produksi Data yang telah didapatkan ditunjukkan pada Tabel II, dampak pandemic yang cukup terlihat pada saat awal masuknya covid-19 di Indonesia yaitu bulan Maret 2020, seperti yang dijelaskan pada penelitian mengenai dampak covid-19 terhadap ekonomi di Indonesia [18] :

TABEL II
DATA BULAN MARET-APRIL 2020

Tanggal	Produksi (buah)	Penjualan (buah)	Sisa (buah)	Covid-19 (orang)
20-Mar-20	469	180	289	6
21-Mar-20	432	350	82	6
22-Mar-20	544	339	205	6
23-Mar-20	479	159	320	8
24-Mar-20	371	126	245	15
25-Mar-20	265	136	129	14
26-Mar-20	310	131	179	15
27-Mar-20	216	193	23	18
28-Mar-20	651	203	448	20
29-Mar-20	255	237	18	20
30-Mar-20	630	139	491	20
31-Mar-20	225	136	89	22
1-Apr-20	570	181	389	23
2-Apr-20	570	192	378	23
3-Apr-20	840	228	612	24
4-Apr-20	525	183	342	24
5-Apr-20	420	289	131	27
6-Apr-20	435	122	313	30
7-Apr-20	285	147	138	33
8-Apr-20	435	149	286	35
9-Apr-20	330	143	187	35
10-Apr-20	630	144	486	41
11-Apr-20	720	252	468	42
12-Apr-20	285	285	0	43
13-Apr-20	555	132	423	46
14-Apr-20	300	92	208	46
15-Apr-20	600	122	478	50
16-Apr-20	225	102	123	54
17-Apr-20	540	90	450	59
18-Apr-20	285	148	137	60
19-Apr-20	495	245	250	60
20-Apr-20	555	114	441	62

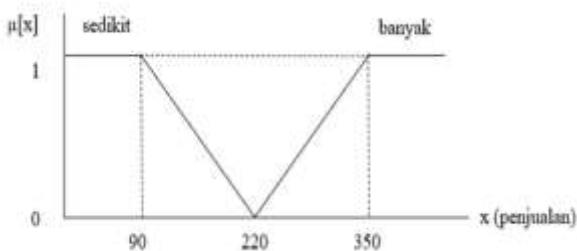
B. Fuzzifikasi

Tahap ini menentukan variabel fuzzy, himpunan fuzzy, semesta pembicaraan, dan domain. Tabel III menjelaskan mengenai himpunan fuzzy, semesta pembicaraan, domain, dan fungsi keanggotaan.

TABEL III
PEMBENTUKAN HIMPUNAN FUZZY VARIABEL INPUT DAN OUTPUT

Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Penjualan [x]	Sedikit	[50 400]	[90 220]
	Banyak		[220 350]
Sisa Penjualan [y]	Sedikit	[0 650]	[0 306]
	Banyak		[306 612]
Covid-19 [z]	Berkurang	[0 70]	[6 34]
	Bertambah		[34 62]
Produksi [v]	Sedikit	[200 850]	[216 528]
	Banyak		[528 840]

Selanjutnya menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel, kemudian menghitung nilai derajat keanggotaan berdasarkan fungsi keanggotaan. Himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan dari variabel penjualan, sisa penjualan, Covid-19, dan produksi akan direpresentasikan berdasarkan data yang telah didapatkan sebagai berikut: Variabel penjualan didefinisikan dalam dua himpunan fuzzy yaitu sedikit dan banyak. Variabel penjualan direpresentasikan menggunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy sedikit dan bahu kanan untuk himpunan fuzzy banyak. Gambar 2 menunjukkan variabel penjualan.



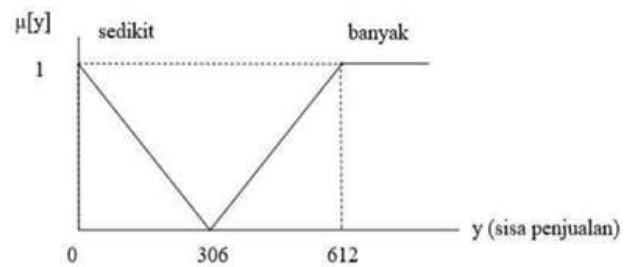
Gambar 2. Kurva himpunan Fuzzy Variabel Penjualan

Fungsi keanggotaan variabel penjualan ditunjukkan pada persamaan (3) berikut:

$$\mu_{jualSedikit}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 90 \\ \frac{220-x}{220-90}, & 90 \leq x \leq 220 \\ 0, & x \geq 220 \end{cases}$$

$$\mu_{jualBanyak}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 220 \\ \frac{x-220}{350-220}, & 220 \leq x \leq 350 \\ 1, & x \geq 350 \end{cases} \quad (3)$$

Variabel sisa penjualan didefinisikan dua himpunan fuzzy yaitu sedikit dan banyak. Variabel sisa penjualan direpresentasikan dengan bentuk kurva linear kiri untuk himpunan fuzzy sedikit dan kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy banyak. Berikut bentuk kurva dari variabel sisa penjualan ditunjukkan pada Gambar 3:



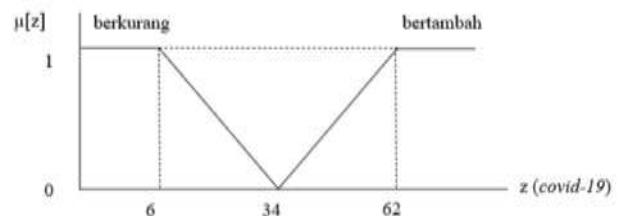
Gambar 3. Kurva himpunan Fuzzy pada variabel sisa penjualan

Berikut persamaan fungsi (4) keanggotaan dari variabel sisa penjualan :

$$\mu_{sisaSedikit}[y] = \begin{cases} 1, & y \leq 0 \\ \frac{306-y}{306-0}, & 0 \leq y \leq 306 \\ 0, & y \geq 306 \end{cases}$$

$$\mu_{sisaBanyak}[y] = \begin{cases} 0, & y \leq 306 \\ \frac{y-306}{612-306}, & 306 \leq y \leq 612 \\ 1, & y \geq 612 \end{cases} \quad (4)$$

Variabel Covid-19 didefinisikan dua himpunan fuzzy yaitu berkurang dan bertambah. Variabel covid-19 direpresentasikan pada kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy berkurang dan kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy bertambah. Kurva variabel covid-19 ditunjukkan pada Gambar 4 sebagai berikut:



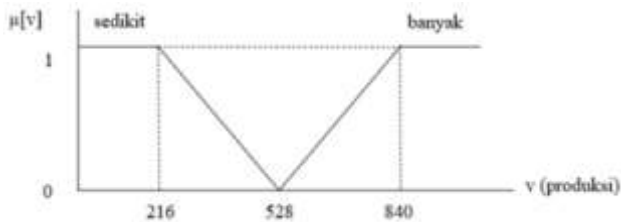
Gambar 4. Kurva himpunan Fuzzy pada variabel covid-19

Fungsi keanggotaan dari variabel covid-19 ditunjukkan pada persamaan (5) berikut:

$$\mu_{covidBerkurang}[z] = \begin{cases} 1, & z \leq 6 \\ \frac{34-z}{34-6}, & 6 \leq z \leq 34 \\ 0, & z \geq 34 \end{cases}$$

$$\mu_{covidBertambah}[z] = \begin{cases} 0, & z \leq 34 \\ \frac{z-34}{62-34}, & 34 \leq z \leq 62 \\ 1, & z \geq 62 \end{cases} \quad (5)$$

Variabel Produksi didefinisikan dua himpunan fuzzy yaitu sedikit dan banyak. Variabel produksi direpresentasikan pada kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy sedikit dan kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy banyak. Kurva dari variabel produksi ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



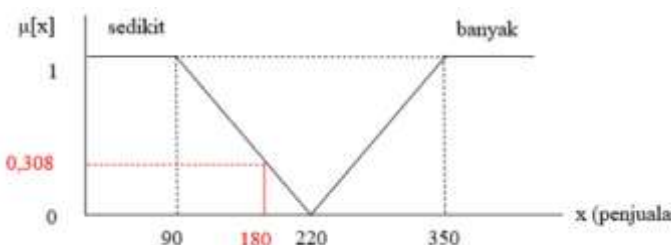
Gambar 5. Kurva himpunan Fuzzy pada variabel Produksi

Fungsi (6) keanggotaan dari variabel produksi ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\mu_{prodSedikit}[v] = \begin{cases} 1, & v \leq 216 \\ \frac{528-v}{528-216}, & 216 \leq v \leq 528 \\ 0, & v \geq 528 \end{cases}$$

$$\mu_{prodBanyak}[v] = \begin{cases} 0, & v \leq 528 \\ \frac{v-528}{840-528}, & 528 \leq v \leq 840 \\ 1, & v \geq 840 \end{cases} \quad (6)$$

Pengujian Kasus Metode Takagi-Sugeno dalam Memprediksi Jumlah Produksi. Pengujian secara manual dilakukan pada 32 data yang telah didapatkan, berikut contoh pengujian data tanggal 20 Maret 2020: Nilai Input penjualan sebesar 180, nilai input sisa sebanyak 289, dan nilai input Covid-19 sebanyak 6, dimana nilai produksi yang sebenarnya adalah 469. Perhitungan derajat keanggotaan setiap variabel dalam setiap himpunan menggunakan persamaan (3) sampai (8). Variabel penjualan, didefinisikan pada himpunan fuzzy sedikit dan sedang. Setiap himpunan fuzzy memiliki interval keanggotaan seperti pada Gambar 6.



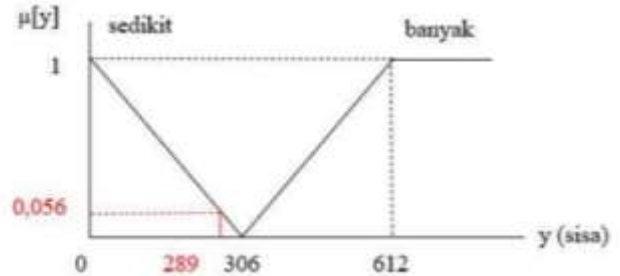
Gambar 6. Contoh Kurva himpunan Fuzzy variabel Penjualan

Dengan tingkat keanggotaan berdasarkan fungsi pada persamaan (7), sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{jualSedikit}[180] = \frac{220-180}{220-90} = 0,308$$

$$\mu_{jualBanyak}[180] = 0 \quad (7)$$

berarti bahwa penjualan dapat dikatakan sedikit dengan derajat keanggotaan 0,308 dan dikatakan banyak dengan derajat keanggotaan 0. Variabel sisa jual, didefinisikan pada himpunan fuzzy sedikit dan sedang. Setiap himpunan fuzzy memiliki interval keanggotaan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Contoh Kurva himpunan Fuzzy Variabel sisa jual

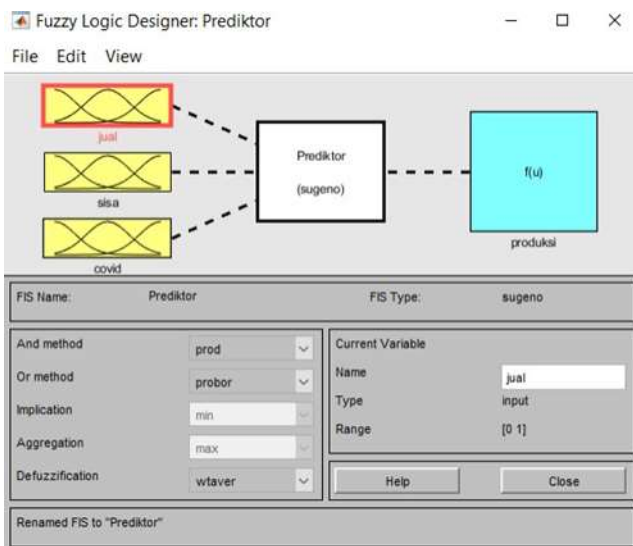
Perhitungan manual dilakukan hingga pengujian ke 32 dan didapatkan hasil seperti pada Tabel IV.

TABEL IV
HASIL PERHITUNGAN MANUAL FUZZY TAKAGI-SUGENO

Tanggal	Data Aktual Produksi	Hasil Perhitungan Manual
20-Mar-20	469	347,3
21-Mar-20	432	330,2
22-Mar-20	544	330,2
23-Mar-20	479	589,2
24-Mar-20	371	347,3
25-Mar-20	265	347,3
26-Mar-20	310	347,3
27-Mar-20	216	347,3
28-Mar-20	651	589,2
29-Mar-20	255	330,2
30-Mar-20	630	589,2
31-Mar-20	225	347,3
1-Apr-20	570	589,2
2-Apr-20	570	589,2
3-Apr-20	840	840,0
4-Apr-20	525	589,2
5-Apr-20	420	330,2
6-Apr-20	435	589,2
7-Apr-20	285	347,3
8-Apr-20	435	270,0
9-Apr-20	330	270,0
10-Apr-20	630	576,0
11-Apr-20	720	720,0
12-Apr-20	285	390,0
13-Apr-20	555	576,0
14-Apr-20	300	270
15-Apr-20	600	576
16-Apr-20	225	270
17-Apr-20	540	576
18-Apr-20	285	270
19-Apr-20	495	390
20-Apr-20	555	576

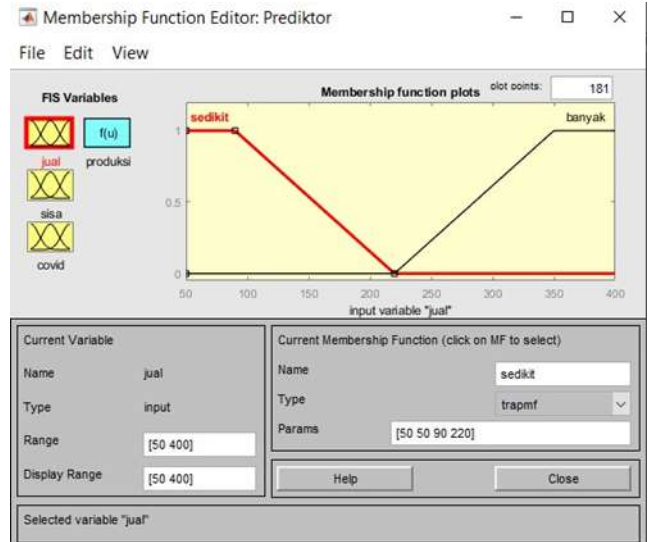
C. Analisis Penegasan Fuzzy Menggunakan Matlab

Penegasan jumlah produksi yang diprediksi menggunakan metode fuzzy Takagi-Sugeno dapat dilakukan menggunakan Tools Fuzzy Matlab versi R2019a. Software ini memiliki fungsi untuk menghitung nilai variabel jumlah produksi roti pada Holland Boga Bakery berdasarkan data penjualan, sisa penjualan, dan data Covid-19. Adapun tahapan membangun sistem penegasan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan Matlab R2019a sebagai berikut: Pertama, pembentukan variabel input jual, sisa, dan covid serta variabel output yaitu produksi pada jendela Fuzzy Inference System (FIS) Editor. Gambar 8 menunjukkan tiga input yang berwarna kuning yaitu jual, sisa, dan Covid, sedangkan yang berwarna biru yaitu output jumlah produksi.



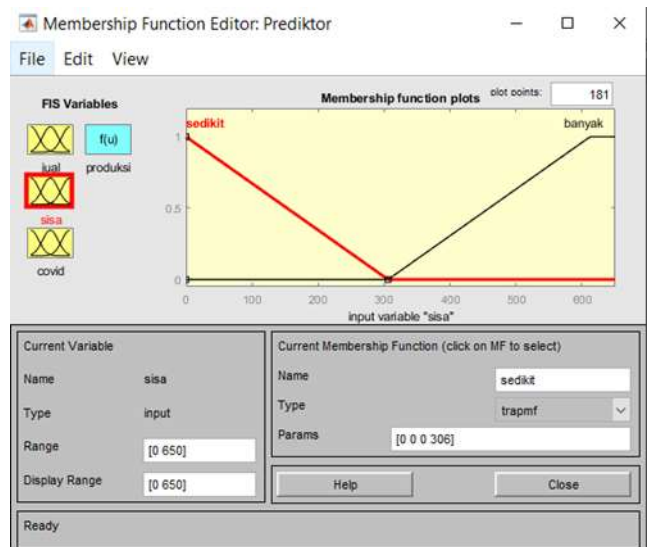
Gambar 8 Input jual, sisa, dan Covid,

Kedua, membentuk himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan dengan pilih salah satu variabel yang berwarna kuning pada tampilan Gambar 9. Klik dua kali pada variabel yang berwarna kuning, kemudian masukkan nilai semesta pembicaraan pada kolom range, lalu masukkan nilai domain pada kolom params pada jendela Membership Function Editor. Variabel jual, membentuk himpunan fuzzy sedikit dan banyak dengan range [50 400], himpunan fuzzy sedikit untuk membentuk fungsi keanggotaan tipe variabelnya adalah trapmf dengan parameter [50 50 90 220]. Himpunan fuzzy banyak untuk membentuk fungsi keanggotaan tipe variabelnya trapmf dengan parameter [220 350 400 400]. Hasil pembentukan fungsi keanggotaan variabel jual seperti pada Gambar 9.



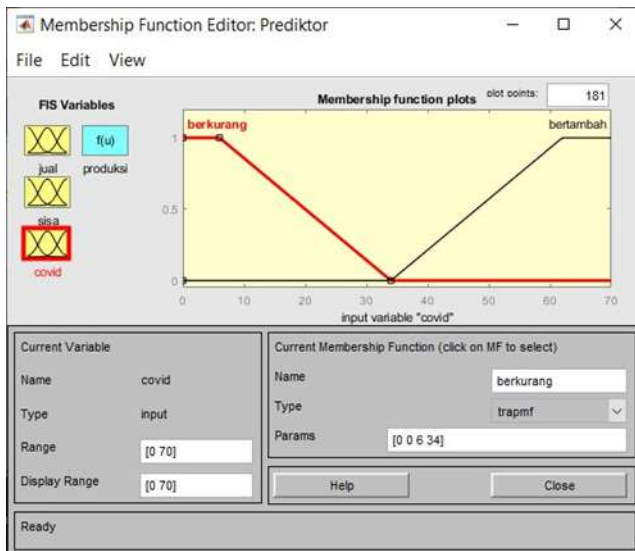
Gambar 9. himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan

Variabel sisa memiliki himpunan fuzzy sedikit dan banyak dengan range [0 650], himpunan fuzzy sedikit untuk membentuk fungsi keanggotaan tipe variabelnya adalah trapmf dengan parameter [0 0 0 306], dan himpunan fuzzy banyak untuk membentuk fungsi keanggotaan tipe variabelnya adalah trapmf dengan parameter [306 612 650 650]. Hasil seperti pada Gambar 10.



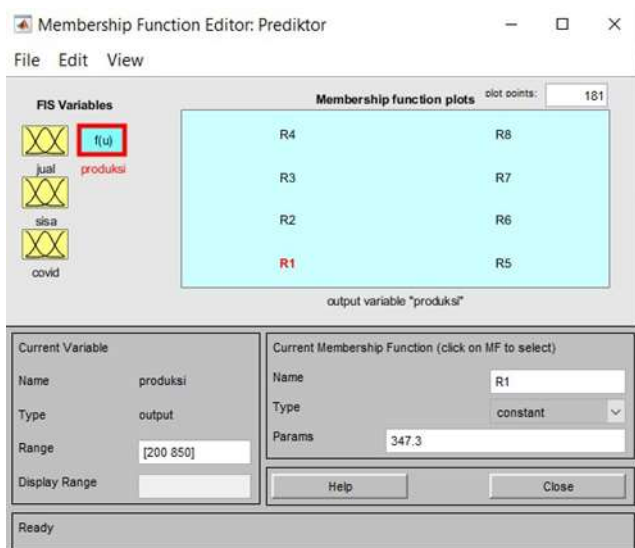
Gambar 10. Himpunan fuzzy sedikit dan banyak

Variabel covid memiliki himpunan fuzzy berkurang dan bertambah dengan range [0 70], himpunan fuzzy berkurang untuk membentuk fungsi keanggotaan tipe variabelnya trapmf dengan parameter [0 0 6 34] dan himpunan fuzzy bertambah untuk membentuk fungsi keanggotaan tipe variabelnya adalah trapmf dengan parameter [34 62 70 70]. Hasil pembentukan fungsi keanggotaan variabel covid seperti pada Gambar 11.



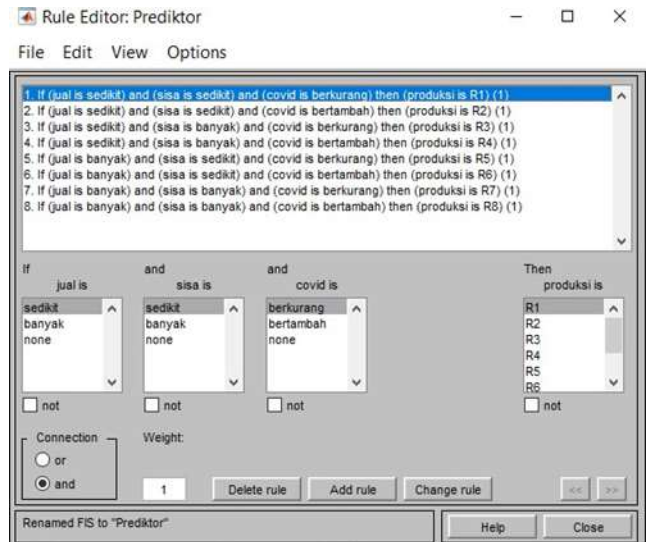
Gambar 11. Himpunan fuzzy berkurang dan bertambah

Pembentukan himpunan untuk variabel output produksi, memiliki himpunan fuzzy sedikit dan banyak. Himpunan fuzzy dengan tipe variabel constant memiliki range [200 850] terbagi menjadi 8 fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan yang terbentuk pada variabel produksi masing-masing diberi nama R1 dengan parameter [347,3], R2 dengan parameter [270], R3 dengan parameter [589,2], R4 dengan parameter [576], R5 dengan parameter [330,2], R6 dengan parameter [390], R7 dengan parameter [840], dan R8 dengan parameter [720]. Parameter-parameter tersebut seperti yang sudah ditentukan pada Gambar 12.



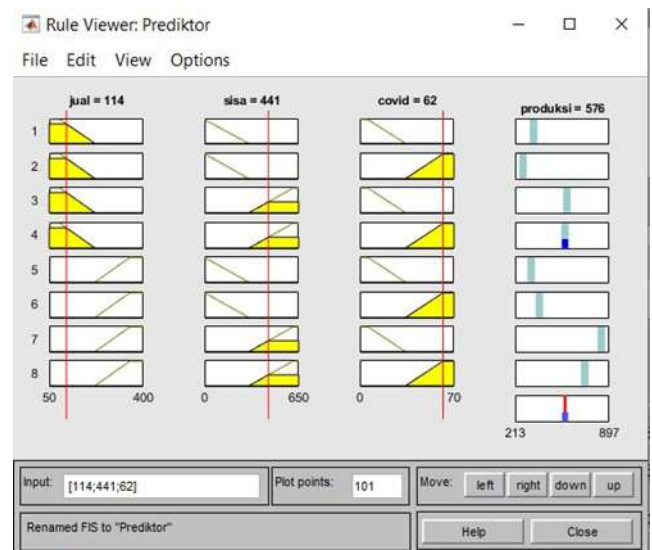
Gambar 12. Himpunan untuk variabel output produksi

Ketiga, menyusun aturan fuzzy berdasarkan aturan yang sudah ditentukan pada poin 3.1 mengenai tahapan pembentukan aturan. Berikut hasil penyusunan aturan disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. penyusunan aturan Fuzzy

Keempat, melakukan optimasi pada jendela Rule View dengan menggunakan data jual, sisa, dan covid seperti pada Tabel 2 maka akan diketahui berapa jumlah roti yang harus diproduksi. Sebagai contoh, input penjualan sebanyak 114, input sisa sebanyak 441, dan input covid sebanyak 62 maka akan muncul jumlah produksi oleh sistem fuzzy Sugeno sebanyak 576 buah. Hasil tampilan terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Jumlah produksi

Berikut dari 32 data yang dihitung menggunakan program Prediktor didapat hasil pada Tabel V.

TABEL V
HASIL PERHITUNGAN MANUAL FUZZY TAKAGI-SUGENO
MENGUNAKAN MATLAB

Tanggal	Data Aktual Produksi	Hasil Perhitungan Matlab
20-Mar-20	469	347,3
21-Mar-20	432	330,2
22-Mar-20	544	330,2
23-Mar-20	479	589,2
24-Mar-20	371	347,3
25-Mar-20	265	347,3
26-Mar-20	310	347,3
27-Mar-20	216	347,3
28-Mar-20	651	589,2
29-Mar-20	255	330,2
30-Mar-20	630	589,2
31-Mar-20	225	347,3
1-Apr-20	570	589,2
2-Apr-20	570	589,2
3-Apr-20	840	840,0
4-Apr-20	525	589,2
5-Apr-20	420	330,2
6-Apr-20	435	589,2
7-Apr-20	285	347,3
8-Apr-20	435	270,0
9-Apr-20	330	270,0
10-Apr-20	630	576,0
11-Apr-20	720	720,0
12-Apr-20	285	390,0
13-Apr-20	555	576,0
14-Apr-20	300	270
15-Apr-20	600	576
16-Apr-20	225	270
17-Apr-20	540	576
18-Apr-20	285	270
19-Apr-20	495	390
20-Apr-20	555	576

D. Evaluasi

Hasil perhitungan manual dan hasil perhitungan menggunakan software Prediktor memiliki nilai yang sama besar. Nilai prediksi dengan nilai aktual kemudian dilakukan evaluasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Tabel IV menunjukkan perhitungan nilai MAPE.

TABEL VI
PERBANDINGAN PENERAPAN LOGIKA FUZZY TAKAGI-SUGENO

Tanggal	Nilai aktua l (yt)	Nilai prediksi (ŷt)	Error (ŷt - yt)	Absolute Error ŷt - yt	Absolute error divided by actual value ŷt - yt yt
20-Mar-20	469	347,3	-121,7	121,7	0,259
21-Mar-20	432	330,2	-101,8	101,8	0,236
22-Mar-20	544	330,2	-213,8	213,8	0,393
23-Mar-20	479	589,2	110,2	110,2	0,230
24-Mar-20	371	347,3	-23,7	23,7	0,064
25-Mar-20	265	347,3	82,3	82,3	0,311
26-Mar-20	310	347,3	37,3	37,3	0,120
27-Mar-20	216	347,3	131,3	131,3	0,608
28-Mar-20	651	589,2	-61,8	61,8	0,095
29-Mar-20	255	330,2	75,2	75,2	0,295
30-Mar-20	630	589,2	-40,8	40,8	0,065
31-Mar-20	225	347,3	122,3	122,3	0,544
1-Apr-20	570	589,2	19,2	19,2	0,034
2-Apr-20	570	589,2	19,2	19,2	0,034
3-Apr-20	840	840	0	0	0
4-Apr-20	525	589,2	64,2	64,2	0,122
5-Apr-20	420	330,2	-89,8	89,8	0,214
6-Apr-20	435	589,2	154,2	154,2	0,354
7-Apr-20	285	347,3	62,3	62,3	0,219
8-Apr-20	435	270	-165	165	0,379
9-Apr-20	330	270	-60	60	0,182
10-Apr-20	630	576	-54	54	0,086
11-Apr-20	720	720	0	0	0
12-Apr-20	285	390	105	105	0,368
13-Apr-20	555	576	21	21	0,038
14-Apr-20	300	270	-30	30	0,100
15-Apr-20	600	576	-24	24	0,040
16-Apr-20	225	270	45	45	0,200
17-Apr-20	540	576	36	36	0,067
18-Apr-20	285	270	-15	15	0,053
19-Apr-20	495	390	-105	105	0,212
20-Apr-20	555	576	21	21	0,038
Total	1444	14446	-1	2212,1	10/11
n	32				
MAPE (%)	18,61				
	8 %				

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 7 diperoleh nilai MAPE sebesar 18,6% menunjukkan bahwa prediksi menggunakan metode logika Fuzzy Takagi-Sugeno termasuk penilaian BAIK. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Takagi-Sugeno mampu digunakan untuk membantu menentukan banyaknya roti yang akan diproduksi oleh Holland Boga Bakery.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai logika Fuzzy Takagi-Sugeno yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil perhitungan prediksi yang ditampilkan pada program Prediktor dapat dijadikan alternatif penentu jumlah roti yang akan diproduksi pada hari berikutnya saat pandemi Covid-19. Metode Fuzzy Takagi-Sugeno mampu memprediksi jumlah produksi roti pada Holland Boga Bakery dengan hasil yang optimal, dimana jika penjualan sebanyak 180 buah, sisa penjualan sebanyak 289 buah, dan jumlah kasus positif Covid-19

sebanyak 6 orang dengan jumlah produksi aktual sebanyak 469 buah, maka diperoleh hasil prediksi jumlah produksi sebanyak 347 buah. Hasil prediksi jumlah produksi roti menggunakan metode Fuzzy Takagi-Sugeno mendapatkan nilai MAPE sebesar 18,6%. Nilai MAPE 18,6% dapat dikatakan memiliki akurasi yang baik.

V. REFERENSI

- [1] S. Yezli and A. Khan, "COVID-19 social distancing in the Kingdom of Saudi Arabia: Bold measures in the face of political, economic, social and religious challenges," *J. Elsevier*, no. January, 2020.
- [2] C. Sohrabi et al., "World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19)," *Int. J. Surg.*, vol. 76, no. February, pp. 71–76, 2020.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Penetapan Pembatasan Sosial Berskala Besar di Wilayah Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kota Depok, Kabupaten Sampit, dan Kota Sampit, Provinsi Jawa Barat dalam Rangka Percepatan Penanganan Coronavirus Disease 2019 (Covid-19)," 2020.
- [4] A. Weber, F. Iannelli, and S. an Gon calves, "Trend Analysis of The COVID-19 Pandemic In China And The Rest of The World," 2020.
- [5] A. M. Al-awadhi, K. Alsaifi, A. Al-awadhi, and S. Alhammadi, "Death and Contagious Infectious Diseases : Impact Of The COVID-19 Virus On Stock Market Returns," *J. Behav. Exp. Financ.*, vol. 27, p. 100326, 2020, doi: 10.1016/j.jbef.2020.100326.
- [6] W. Hadiwardoyo, "Kerugian Ekonomi Nasional Akibat Pandemi Covid-19," *Baskara J. Bus. Entrep.*, vol. 2, no. 2, pp. 83–92, 2020, doi: 10.24853/baskara.2.2.83-92.
- [7] L. Costaner and G. Wenny Syafitri, "Optimasi Jumlah Produksi Usaha Dagang Roti Prima Sari Menggunakan Metode Logika Fuzzy," *J. Sist. Inf.*, vol. 8, no. September, pp. 424–435, 2019.
- [8] S. Pinontoan, I. A. Musdar, and Hasniati, "Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus: Pabrik Roti Sarinda Ambon)," *J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 9, pp. 121–134, 2015.
- [9] X. Liu, S. Member, Z. Gao, S. Member, M. Z. Q. Chen, and S. Member, "Takagi – Sugeno Fuzzy Model Based Fault Estimation and Signal Compensation With Application to Wind Turbines," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 64, no. 7, pp. 5678–5689, 2017, doi: . 10.1109/TIE.2017.2677327.
- [10] D. M. Efendi and F. A. Ardhy, "Perbandingan Metode Fuzzy Inferensi Tsukamoto Dan Sugeno Untuk Memprediksi Pemesanan Roti Jordan," *J. Tekno Kompak*, vol. 12, no. 2, p. 45, 2018, doi: 10.33365/jtk.v12i2.147.
- [11] S. Surhajito, J. Jimmy, and A. S. Girsang, "Mobile decision support system to determine Toddler's nutrition using fuzzy sugeno," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 7, no. 6, pp. 3683–3691, 2017, doi: 10.11591/ijece.v7i6.pp3683-3691.
- [12] A. Ahmad, "Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy Dengan Metode Sugeno Dalam Memperkirakan Produksi Gula," vol. im, no. 2007, p. 3083, 2016.
- [13] J. Warmansyah and D. Hilpiah, "Penerapan metode fuzzy sugeno untuk prediksi persediaan bahan baku," *Teknois J. Ilm. Teknol. Inf. dan Sains*, vol. 9, no. 2, pp. 12–20, 2019, doi: 10.36350/jbs.v9i2.58.
- [14] A. Singh, N. Kashyap, and R. Garg, "Fuzzy based approach for diet prediction," *Proc. 9th Int. Conf. Cloud Comput. Data Sci. Eng. Conflu.* 2019, pp. 377–381, 2019, doi: 10.1109/CONFLUENCE.2019.8776917.
- [15] S. Kusumadewi and H. Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan," 2nd ed., Yogyakarta, 2013, pp. 1–75.
- [16] S. Pinontoan, I. A. Musdar, and Hasniati, "Perbandingan Metode Fuzzy Sugeno Dengan Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Prediksi Harga Smartphone Bekas Berbasis Android Di Wilayah Makassar," *J. Ilmu Komput.*, pp. 34–42, 2019.
- [17] X. I. N. Tang and D. Ning, "A Takagi-Sugeno Fuzzy Model-Based Control Strategy for Variable Stiffness and Variable Damping Suspension," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 71628–71641, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2983998.
- [18] A. I. Fahrena and J. Roy, "Dampak pandemi covid 19 terhadap perkembangan makro ekonomi di indonesia dan respon kebijakan yang ditempuh The impact of the Covid 19 pandemic on macroeconomic developments in Indonesia and the policy response taken," *J. Ekon. Keuang. dan Manaj.*, vol. 16, no. 2, pp. 206–213, 2020.
- [19] M. Irfan, L. P. Ayuningtias, and J. Jumadi, "Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung)," *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, 2018, doi: 10.15408/jti.v10i1.6810.
- [20] Laras Purwati Ayuningtias, Mohamad irfan, and Jumadi, "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)," *J. Tek. Inform.*, vol. 10, pp. 9–16, 2017.