



Prediksi Jumlah Produksi Akibat Penyebaran *Covid-19* Menggunakan Metode *Fuzzy Takagi-Sugeno*

Khofifah Putriyani¹, Tenia Wahyuningrum², Yogo Dwi Prasetyo³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
¹17102131@ittelkom-pwt.ac.id, ²tenia@ittelkom-pwt.ac.id, ³yogo@ittelkom-pwt.ac.id

Abstract

Global Bakery is a food company engaged in bread production that is having difficulty determining how much bread will be produced in the event of a pandemic. This study aims to help predict the amount of bread that will be produced during a pandemic. With the benefit of making it easier for companies to determine the amount of bread to be produced. Data obtained from Global Bakery and the official website of Covid-19 Bekasi Regency from March 20, 2020 to April 20, 2020. The author uses the Fuzzy Takagi-Sugeno method to predict the amount of bread that must be produced by Global Bakery during a pandemic with the following stages: fuzzification, rule formation, calculating a-predicate and zi value, then calculating defuzzification. Then an evaluation is carried out using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). This study uses Matlab's GUI tools in implementing the Predictor program. The Fuzzy Takagi-Sugeno method is able to predict the amount of bread production at Global Bakery with optimal results, where if the sales are 180 pieces, the remaining sales are 289, and the number of positive cases of Covid-19 is 6 people with the actual production number of 469 pieces, then The prediction results obtained were 347 units. The results of the calculations that have been done obtained the results of accuracy with a good category, namely with a MAPE value of 18.6%.

Keywords: production, food, sugeno, Covid-19, MAPE

Abstrak

Global Bakery adalah sebuah perusahaan makanan yang bergerak di bidang produksi roti yang mengalami kesulitan untuk menentukan berapa banyak roti yang akan diproduksi saat terjadi pandemi. Penentuan jumlah roti yang akan diproduksi membutuhkan pertimbangan matang karena pandemi Covid-19 yang terus berkembang. Penelitian ini memiliki tujuan untuk membantu memprediksi jumlah roti yang akan diproduksi saat terjadi pandemi. Dengan manfaat untuk mempermudah perusahaan dalam menentukan banyaknya roti yang akan diproduksi. Data diperoleh dari Global Bakery dan website resmi Covid-19 Kabupaten Bekasi sebanyak 32 data dari tanggal 20 Maret 2020 hingga 20 April 2020. Data tersebut digunakan sebagai masukan dari logika fuzzy. Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy Takagi-Sugeno untuk memprediksi jumlah roti yang harus diproduksi oleh Global Bakery saat terjadi pandemi dengan tahapan sebagai berikut: fuzzifikasi, pembentukan aturan, menghitung a-predikat dan nilai zi, kemudian menghitung defuzzifikasi untuk mendapatkan hasil digunakan sebagai alternatif untuk menentukan jumlah roti yang akan diproduksi. Kemudian dilakukan evaluasi dengan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Penelitian ini menggunakan tools GUI Matlab dalam mengimplementasikan program Prediktor. Metode Fuzzy Takagi-Sugeno mampu memprediksi jumlah produksi roti pada Global 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 tersebut yang dijadikan sebagai acuan penentu banyaknya roti yang akan diproduksi saat pandemi. Hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh hasil akurasi dengan kategori baik yaitu dengan nilai MAPE sebesar 18,6%.

Kata kunci : produksi, pangan, sugeno, Covid-19, MAPE

1. 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 Bekasi yaitu *Global Bakery* merasakan imbas dari adanya pandemi *Covid-19*. *Global 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].

Ferly Ardhy dan Dwi Marisa Efendi melakukan prediksi jumlah pemesanan Roti Jordan 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 sistem 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].

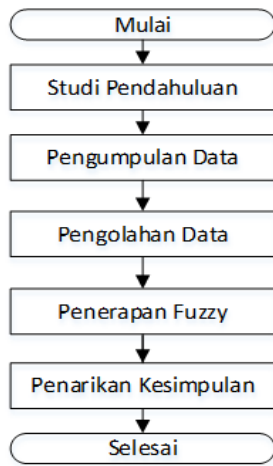
Penerapan logika *Fuzzy Sugeno* juga dilakukan oleh Julio Warmansyah dan Dida Hilpiah pada penelitiannya yang berfokus pada prediksi persediaan bahan baku PT. Cahaya Boxindo dengan *output* jumlah stok akhir. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk menghindari stok yang berlebihan. Penelitian tersebut berhasil memprediksi persediaan bahan baku dengan menerapkan metode *Fuzzy Sugeno*. Nilai akurasi dari hasil prediksi mendapatkan nilai MAPE sebesar 38% (masuk akal) berdasarkan tabel 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 Bekasi 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 *Global Bakery* saat pandemi *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].

2. Metode 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

2.1. Studi Pendahuluan

Tahapan ini berisi penentuan masalah, pencarian dan pengkajian literatur dengan mengumpulkan artikel, jurnal, dan prosiding. Kemudian menemukan makalah yang berkaitan dengan persoalan penelitian. Kemudian melakukan wawancara dengan pihak Global Bakery mengenai persoalan produksi. Kemudian melakukan studi penelitian terdahulu yang masih berkaitan dan dijadikan sebagai acuan penelitian ini.

2.2. Pengumpulan Data

Data bersumber dari Global Bakery dan website resmi Covid-19 Kabupaten Bekasi. Data Global 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 Bekasi.

2.3. 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.

2.4. 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 variabel 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:

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

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 Global 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 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 1 menunjukkan penjelasan tingkat akurasi dari nilai MAPE, berikut:

Tabel 1. 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

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Metode Fuzzy Takagi-Sugeno dalam Memprediksi Jumlah Produksi

Data yang telah didapatkan ditunjukkan pada Tabel 2, dampak pandemi 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 2. 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

3.1.1 Fuzzifikasi

Tahap ini menentukan variabel *fuzzy*, himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan, dan domain. Tabel 3 menjelaskan mengenai himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan, domain, dan fungsi keanggotaan.

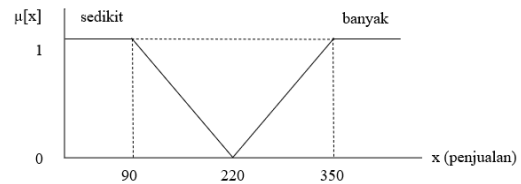
Tabel 3. Pembentukan himpunan *fuzzy* variabel *input* dan *output*

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.



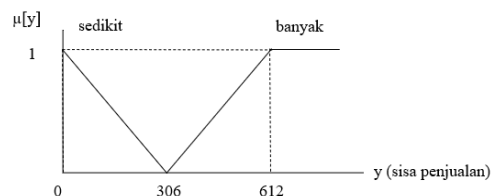
Gambar 2. Kurva himpunan *fuzzy* pada variabel penjualan

Fungsi keanggotaan variabel penjualan ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\mu_{jualSedikit}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 90 \\ \frac{220-x}{220-90}, & 90 \leq x \leq 220 \\ 0, & x \geq 220 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{jualBanyak}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 220 \\ \frac{x-220}{350-220}, & 220 \leq x \leq 350 \\ 1, & x \geq 350 \end{cases} \quad (4)$$

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

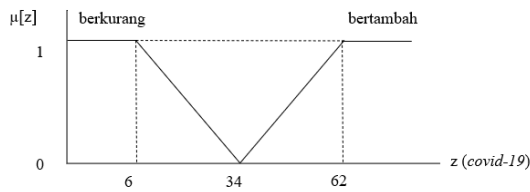
Berikut persamaan fungsi keanggotaan dari variabel sisa penjualan :

$$\mu_{sisaSedikit}[y] = \begin{cases} 1, & y \leq 0 \\ \frac{306-y}{306-0}, & 0 \leq y \leq 306 \\ 0, & y \geq 306 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{sisaBanyak}[y] = \begin{cases} 0, & y \leq 306 \\ \frac{y-306}{612-306}, & 306 \leq y \leq 612 \\ 1, & y \geq 612 \end{cases} \quad (6)$$

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:



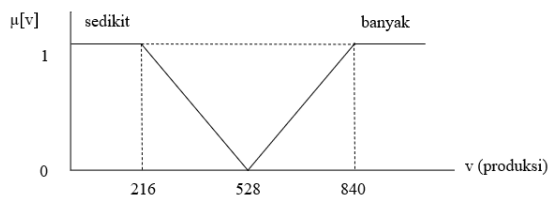
Gambar 4. Kurva himpunan fuzzy pada variabel Covid-19

Fungsi keanggotaan dari variabel *covid-19* ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\mu_{\text{covidBerkurang}}[z] = \begin{cases} 1, & z \leq 6 \\ \frac{34-z}{34-6}, & 6 \leq z \leq 34 \\ 0, & z \geq 34 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{\text{covidBertambah}}[z] = \begin{cases} 0, & z \leq 34 \\ \frac{z-34}{62-34}, & 34 \leq z \leq 62 \\ 1, & z \geq 62 \end{cases} \quad (8)$$

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 keanggotaan dari variabel produksi ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\mu_{\text{prodSedikit}}[v] = \begin{cases} 1, & v \leq 216 \\ \frac{528-v}{528-216}, & 216 \leq v \leq 528 \\ 0, & v \geq 528 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{\text{prodBanyak}}[v] = \begin{cases} 0, & v \leq 528 \\ \frac{v-528}{840-528}, & 528 \leq v \leq 840 \\ 1, & v \geq 840 \end{cases} \quad (10)$$

3.1.2. Pembentukan Aturan

Setelah menentukan fungsi keanggotaan setiap variabel, selanjutnya yaitu membentuk aturan-aturan logika *fuzzy*. Tahap penyusunan basis aturan, yaitu aturan-aturan yang berupa implikasi *fuzzy*, menyatakan hubungan yang melibatkan variabel *linguistik* dari variabel *input* dan *output* dengan ketentuan 2^n dimana n adalah jumlah variabel *input* yaitu 3 sehingga 2^3 dihasilkan 8 *rule* seperti yang tertera dalam Tabel 4.

Tabel 4. Tabel aturan *fuzzy* berupa fungsi implikasi *fuzzy*

Rule	Penjualan	Sisa	Covid-19	Produksi
R1	Sedikit	Sedikit	Berkurang	Sedikit
R2	Sedikit	Sedikit	Bertambah	Sedikit
R3	Sedikit	Banyak	Berkurang	Banyak
R4	Sedikit	Banyak	Bertambah	Banyak
R5	Banyak	Sedikit	Berkurang	Sedikit
R6	Banyak	Sedikit	Bertambah	Sedikit
R7	Banyak	Banyak	Berkurang	Banyak
R8	Banyak	Banyak	bertambah	Banyak

Setelah mengetahui fungsi implikasi selanjutnya akan dicari bentuk produksi menggunakan rumus Model Fuzzy Sugeno Orde Nol dengan persamaan berikut:

$$\text{if } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ then } z = k \quad (11)$$

A adalah sebagai himpunan *fuzzy* dan k adalah konstanta (tegas) sebagai konsekuen. Berdasarkan persamaan (11), maka didapatkan aturan yang baru dengan variabel produksi berupa $z=k$. Untuk mendapatkan nilai k, maka dilakukan perhitungan rata-rata nilai produksi roti per hari, dengan memperhatikan domain setiap himpunan *fuzzy* dan aturan baru yang telah dibentuk pada Tabel 4.

Misalkan, data produksi pada tanggal 20 April memiliki data penjualan sebesar 114, data sisa penjualan sebesar 441, data *Covid-19* sebesar 62, dan data produksi sebesar 555. Kemudian berdasarkan domain yang tertera pada Tabel 4.3 disimpulkan bahwa dengan data penjualan 114 termasuk himpunan *fuzzy* penjualan sedikit, data sisa penjualan 441 termasuk himpunan *fuzzy* sisa penjualan banyak, dan data *Covid-19* 62 termasuk himpunan *fuzzy* *Covid-19* bertambah. Berdasarkan Tabel Aturan Baru, maka data produksi tanggal 20 April masuk ke dalam perhitungan rata-rata produksi untuk aturan ke-4, dan seterusnya. Kemudian hitung nilai rata-rata produksi berdasarkan total produksi dibagikan n atau banyaknya *record* data yang ada, perhitungan nilai rata-rata produksi sebagai nilai $z=k$ atau nilai konsekuen dari aturan yang dibentuk, sehingga didapatkan aturan baru sebagai berikut:

[R1] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Sedikit AND *Covid-19* Berkurang THEN Produksi = 347,3

[R2] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Sedikit AND *Covid-19* Bertambah THEN Produksi = 270

[R3] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Banyak AND *Covid-19* Berkurang THEN Produksi = 589,2

[R4] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Banyak AND *Covid-19* Bertambah THEN Produksi = 576

[R5] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Sedikit AND *Covid-19* Berkurang THEN Produksi = 330,2

[R6] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Sedikit AND *Covid-19* Bertambah THEN Produksi = 390

[R7] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Banyak AND *Covid-19* Berkurang THEN Produksi = 840

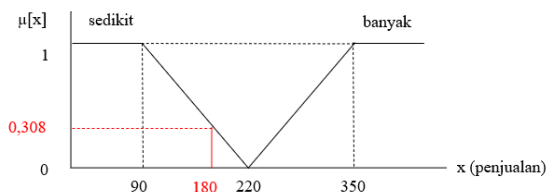
[R8] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Banyak AND *Covid-19* Bertambah THEN Produksi = 720

3.2. 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

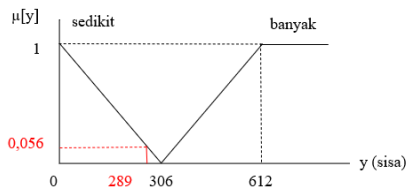
Dengan tingkat keanggotaan berdasarkan fungsi pada persamaan (3) dan (4), sehingga diperoleh sebagai berikut:

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

$$\mu_{\text{jualBanyak}}[180] = 0$$

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

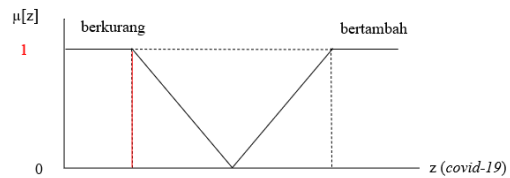
Berikut tingkat keanggotaan yang didapatkan berdasarkan persamaan fungsi (5) dan (6) :

$$\mu_{\text{sisaSedikit}}[289] = \frac{306-289}{306-0} = 0,056$$

$$\mu_{\text{sisaBanyak}}[289] = 0$$

dapat dikatakan bahwa sisa jual sedikit dengan derajat keanggotaan 0,056 dan dikatakan banyak dengan derajat keanggotaan 0.

Variabel *Covid-19*, didefinisikan pada himpunan *fuzzy* sedikit dan sedang. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Contoh kurva himpunan *fuzzy* variabel *Covid-19*

Tingkat keanggotaan yang didapatkan berdasarkan persamaan fungsi (7) dan (8), sebagai berikut:

$$\mu_{\text{covidBerkurang}}[6] = \frac{34-6}{34-6} = 1$$

$$\mu_{\text{covidBertambah}}[6] = 0$$

dapat dikatakan bahwa kasus *covid-19* berkurang dengan derajat keanggotaan 1 dan dikatakan bertambah dengan derajat keanggotaan 0.

Kemudian mencari α -predikat setiap aturan dengan fungsi implikasi, mengambil nilai minimal dari elemen himpunan *fuzzy* terkait, dan nilai Z_i diambil dari nilai produksi pada setiap aturan, sebagai berikut :

[R1] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Sedikit AND *Covid-19* Berkurang THEN Produksi = 347,3

$$\alpha\text{-predikat}_1 = \min(\mu_{\text{jualSedikit}}[180]; \mu_{\text{sisaSedikit}}[289]; \mu_{\text{covidBerkurang}}[6])$$

$$= \min(0,308; 0,056; 1)$$

$$= 0,056$$

$$Z_1 = 347,3$$

[R2] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Sedikit AND *Covid-19* Bertambah THEN Produksi = 270

$$\alpha\text{-predikat}_2 = \min(\mu_{\text{jualSedikit}}[180]; \mu_{\text{sisaSedikit}}[289]; \mu_{\text{covidBertambah}}[6])$$

$$= \min(0,308; 0,056; 0)$$

$$= 0$$

$$Z_2 = 270$$

[R3] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Banyak AND *Covid-19* Berkurang THEN Produksi = 589,2

$$\alpha\text{-predikat}_3 = \min(\mu_{\text{jualSedikit}}[180]; \mu_{\text{sisaBanyak}}[289]; \mu_{\text{covidBerkurang}}[6])$$

$$= \min(0,308; 0; 1)$$

$$= 0$$

$$Z_3 = 589,2$$

[R4] IF Penjualan Sedikit AND Sisa Penjualan Banyak AND *Covid-19* Bertambah THEN Produksi = 576

$$\alpha\text{-predikat}_4 = \min(\mu_{\text{jualSedikit}}[180]; \mu_{\text{sisaBanyak}}[289]; \mu_{\text{covidBertambah}}[6])$$

$$= \min(0,308; 0; 0)$$

$$= 0$$

$$Z_4 = 576$$

[R5] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Sedikit AND *Covid-19* Berkurang THEN Produksi = 330,2

$$\alpha\text{-predikat}_5 = \min(\mu_{\text{jualBanyak}}[180]; \mu_{\text{sisaSedikit}}[289]; \mu_{\text{covidBerkurang}}[6])$$

$$= \min(0; 0,056; 1)$$

$$= 0$$

$$Z_5 = 330,2$$

[R6] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Sedikit AND Covid-19 Bertambah THEN Produksi = 390

$$\alpha\text{-predikat}_6 = \min(\mu_{\text{jualBanyak}}[180]; \mu_{\text{sisaSedikit}}[289]; \mu_{\text{covidBertambah}}[6])$$

$$= \min(0; 0,056; 0)$$

$$= 0$$

$$Z_6 = 390$$

[R7] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Banyak AND Covid-19 Berkurang THEN Produksi = 840

$$\alpha\text{-predikat}_7 = \min(\mu_{\text{jualBanyak}}[180]; \mu_{\text{sisaBanyak}}[289]; \mu_{\text{covidBerkurang}}[6])$$

$$= \min(0; 0; 1)$$

$$= 0$$

$$Z_7 = 840$$

[R8] IF Penjualan Banyak AND Sisa Penjualan Banyak AND Covid-19 Bertambah THEN Produksi = 720

$$\alpha\text{-predikat}_8 = \min(\mu_{\text{jualBanyak}}[180]; \mu_{\text{sisaBanyak}}[289]; \mu_{\text{covidBertambah}}[6])$$

$$= \min(0; 0; 0)$$

$$= 0$$

$$Z_8 = 720$$

Kemudian menghitung defuzzifikasi pengujian data tanggal 20 Maret 2020,

$$z = \frac{0,056 * 347,3 + 0 * 270 + \dots + 0 * 840 + 0 * 720}{0,056}$$

$$= \frac{19,294}{0,056} = 347,3$$

Jadi, jumlah roti yang harus diproduksi sebanyak 347,3 dibulatkan menjadi 347 buah.

Perhitungan manual dilakukan hingga pengujian ke 32 dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan manual fuzzy Takagi-Sugeno

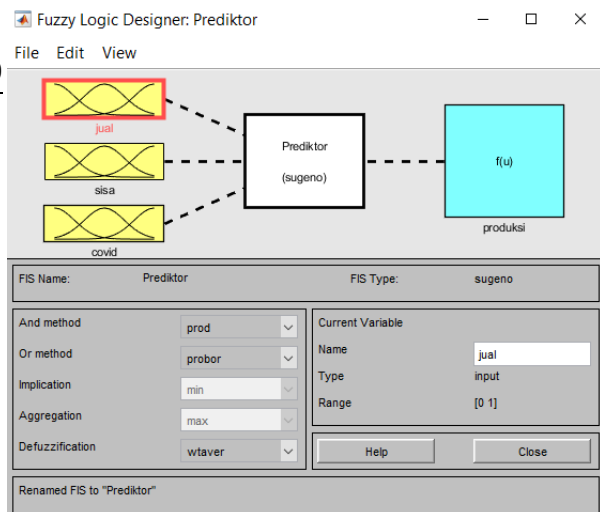
Tanggal	Data Aktual Produksi	Hasil Perhitungan Manual
20-Mar-20	469	347,3
21-Mar-20	432	330,2
22-Mar-20	544	330,2
23-Mar-20	479	589,2
24-Mar-20	371	347,3
25-Mar-20	265	347,3
26-Mar-20	310	347,3
27-Mar-20	216	347,3
28-Mar-20	651	589,2
29-Mar-20	255	330,2
30-Mar-20	630	589,2
31-Mar-20	225	347,3
1-Apr-20	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

3.3. 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 Global 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:

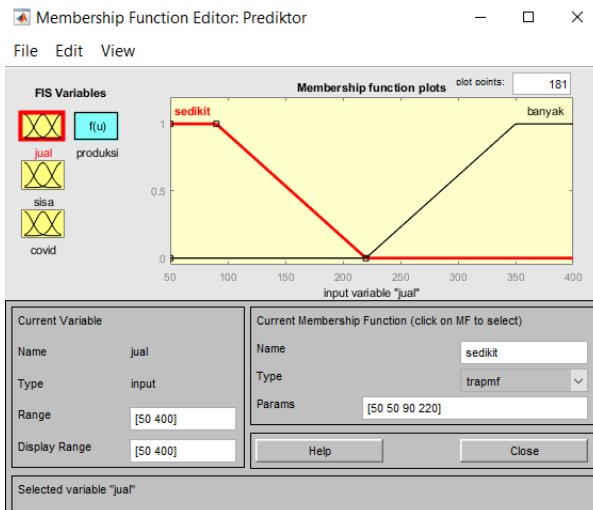
Pertama, pembentukan variabel input jual, sisa, dan covid serta variabel output yaitu produksi pada jendela Fuzzy Inference System (FIS) Editor. Gambar 9 menunjukkan tiga input yang berwarna kuning yaitu jual, sisa, dan Covid, sedangkan yang berwarna biru yaitu output jumlah produksi.



Gambar 9. Penerapan variabel ke dalam Matlab

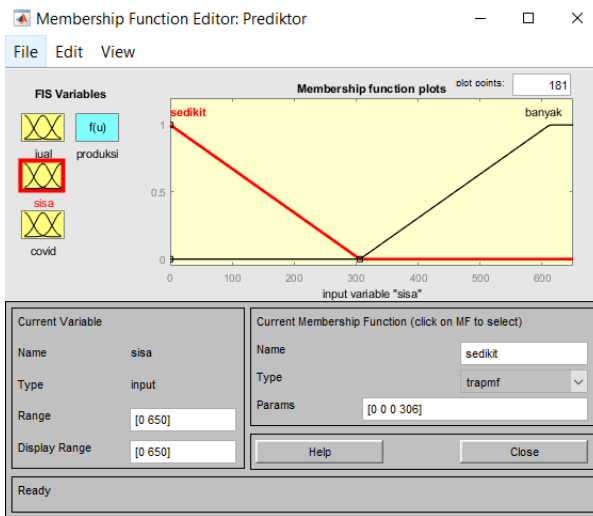
Kedua, membentuk himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan dengan pilih salah satu variabel yang berwarna kuning pada tampilan Gambar 9.

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 trampf dengan parameter [220 350 400 400]. Hasil pembentukan fungsi keanggotaan variabel jual seperti pada Gambar 10.



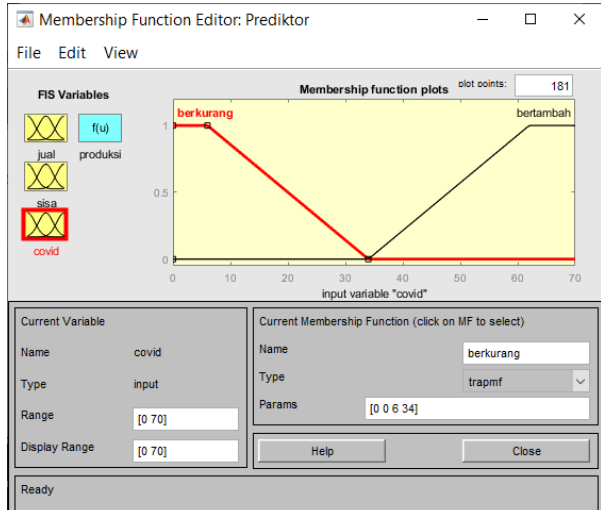
Gambar 10. Fungsi keanggotaan variabel *input* jual

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 11.



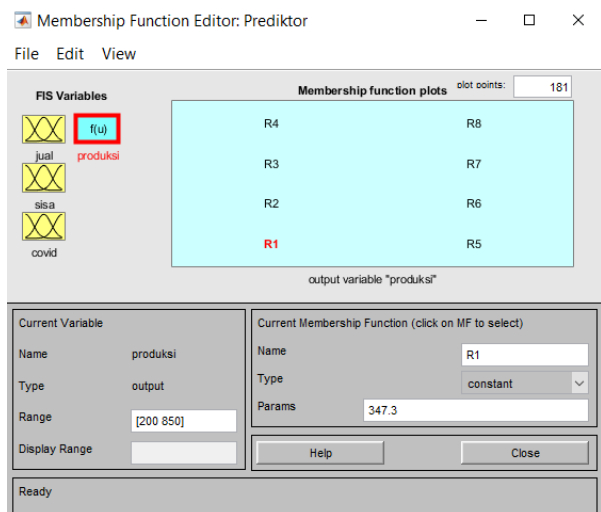
Gambar 11. Fungsi keanggotaan variabel *input* sisa

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 12.



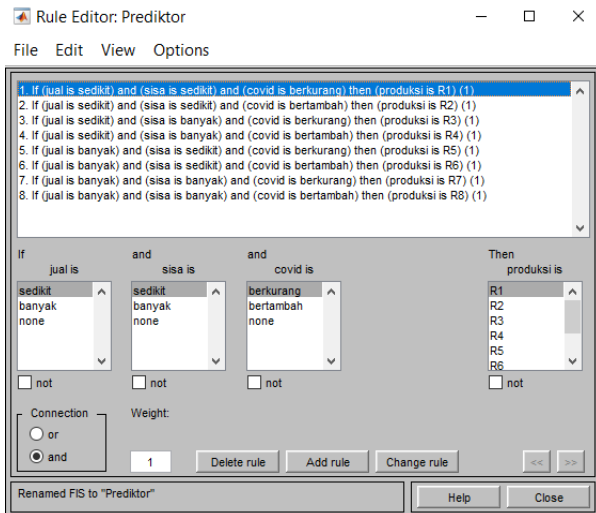
Gambar 12. Fungsi keanggotaan variabel *input* covid

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 13.



Gambar 13. Fungsi keanggotaan variabel 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 14.



Gambar 14. Aturan *fuzzy* berdasarkan variabel linguistik

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 15.



Gambar 15. Hasil optimasi melalui *Rule View* dengan jumlah jual 114, sisa 441, dan *covid* 62

Tahap berikutnya yaitu menerapkan *Fuzzy Takagi-Sugeno* pada *software* Prediktor jumlah produksi menggunakan *Guide Matlab R2019a*, *software* Prediktor dibangun untuk mempermudah dan memberikan gambaran simulasi yang berbentuk *software* sebagai alat bantu dalam memprediksi jumlah produksi roti pada *Global Bakery*. Berikut merupakan tampilan *software* yang telah dibangun dalam penelitian ini seperti pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan *software* Prediktor

Gambar 16 menunjukkan program GUI Prediktor, dimana program tersebut akan menampilkan *output* berupa nilai hasil perhitungan prediksi jumlah produksi roti. Perhitungan produksi ditentukan oleh 3 variabel *inputan* yang berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan. Program tersebut dibangun menggunakan *tools* Matlab dengan fungsi logika AND. Berikut dari 32 data yang dihitung menggunakan program Prediktor didapat hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan fuzzy Takagi-Sugeno menggunakan 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

3.4. 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 7 menunjukkan perhitungan nilai MAPE.

Tabel 7. Perbandingan penerapan logika fuzzy Takagi-Sugeno

Tanggal	Nilai aktual I (yt)	Nilai prediksi (ŷt)	Error (ŷt- yt)	Absolute Error ŷt- yt	Absolute error divided by actual value $\frac{ ŷt - yt }{yt}$
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 7	14446	-1	2212,1	5,958
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 Global Bakery.

4. 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 Global 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.

Daftar Rujukan

- [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 Bekasi, dan Kota Bekasi, 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

DOI: <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2973>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

- 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. Fahrika 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.