

PENERAPAN FUZZY TSUKAMOTO UNTUK SISTEM PREDIKSI JUMLAH PRODUKSI ROTI BERBASIS WEB

Sri Nurhayati¹, Hani Irmayanti², Yusuf Rakha Wijaya³

^{1,3} Sistem Komputer, Universitas Komputer Indonesia

² Teknik Komputer, Universitas Komputer Indonesia

Jalan Dipatiukur No. 112-114, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat

E-mail : sri.nurhayati@email.unikom.ac.id¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat system yang akan memberikan informasi mengenai prediksi jumlah produksi untuk membantu pihak terkait dalam menentukan jumlah produksi, selain itu untuk melihat keakuratan dari penggunaan metode dalam memprediksi jumlah produksi. Kegiatan produksi merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjadikan bahan mentah menjadi produk yang dapat dipasarkan dan dijual. Salah satu yang terlibat dari proses ini adalah jumlah bahan mentah yang akan di buat menjadi produk jadi. Diperlukan suatu proses perhitungan untuk memprediksi jumlah produk yang akan diproduksi untuk meminimalkan biaya produksi. Metode yang digunakan untuk proses Prediksi adalah metode Fuzzy Tsukamoto, dimana metode ini mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan. Perhitungan kesalahan dalam meprediksi digunakan mean absolute percentage error (MAPE), dan untuk perancangan system digunakan pendekatan objek dengan menggunakan *tools* Unified Modeling Language (UML). Hasil dari penelitian menyatakan bahwa pengujian system bernilai 92 % artinya sistem sudah dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan, dan untuk metode yang digunakan mendapatkan nilai error 10,62 % sehingga metode Fuzzy Tsukamoto dapat digunakan prediksi jumlah produksi.

Kata kunci : Prediksi, Produksi, Fuzzy Tsukamoto, *Mean Absolute Percentage Error*

Abstract

This research aims to create a system that will provide information about predicting the amount of production to help related parties in determining the amount of production, in addition to seeing the accuracy of the use of methods in predicting the amount of production. Production activities are a series of activities carried out to turn raw materials into products that can be marketed and sold. One of the things involved in this process is the amount of raw materials that will be made into finished products. A calculation process is needed to predict the number of products to be produced to minimize production costs. The method used for the prediction process is the Fuzzy Tsukamoto method, where this method overcomes uncertainty and complexity in decision making. Calculation of errors in predicting is used mean absolute percentage error (MAPE), and for system design an object approach is used using Unified Modeling Language (UML) tools. The results of the study state that system testing is worth 92%, meaning that the system can be used as needed, and for the method used to get an error value of 10.62% so that the Fuzzy Tsukamoto method can be used to predict the amount of production.

Keywords : Prediction, production, fuzzy tsukamoto, mean absolute percentage error (mape)

1. PENDAHULUAN

Proses produksi produk yang didapatkan oleh konsumen merupakan hasil yang diperoleh dari merubah bahan mentah menjadi barang jadi. Ada banyak hal yang perlu diperhatikan pada waktu melakukan proses produksi diantaranya adalah menentukan jumlah produksi. Penentuan jumlah produksi tersebut akan berkaitan dengan biaya produksi, sehingga hal yang harus dihindari adalah jumlah produk yang diproduksi melebihi permintaan konsumen [1]. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan yang akurat dengan menggunakan metode tertentu untuk menentukan prediksi jumlah produksi. Prediksi merupakan suatu proses untuk memperkirakan sesuatu secara sistematis tentang yang paling mungkin akan terjadi pada masa yang akan datang berdasarkan informasi yang didapatkan dari masa yang telah lalu dan pada masa saat ini.

Tujuan dari prediksi untuk mengurangi ketidaksesuaian data yang ada (perbedaan antara sesuatu yang diprediksi dengan apa yang benar-benar terjadi) agar dapat diperkecil [2]. Metode yang digunakan pada penelitian ini untuk prediksi adalah fuzzy tsukamoto, metode ini merupakan metode pengambilan keputusan yang menggunakan logika fuzzy untuk menangani informasi yang tidak pasti atau samar. Metode ini melibatkan mengubah variabel input menjadi himpunan fuzzy, menerapkan logika fuzzy untuk menentukan derajat keanggotaan setiap variabel input dalam set fuzzy, dan kemudian menggunakan seperangkat aturan untuk menentukan variabel output [3], [4].

Penelitian tentang prediksi jumlah produksi roti dengan beberapa metode prediksi telah dilakukan, penelitian dengan judul “Optimasi Jumlah Produksi Usaha Dagang Roti Prima Sari Menggunakan Metode Logika Fuzzy [5], dimana pada penelitian ini metode fuzzy digunakan untuk menghitung prediksi jumlah produksi namun tidak dilakukan akurasi dari hasil prediksi dan hanya perhitungan fuzzy saja tanpa ada system yang memberikan informasi dari hasil perhitungan. Penelitian lain tentang prediksi produksi yaitu pada penelitian dengan judul “Sistem Informasi Prediksi Angka Produksi Pada Nila Cake Berbasis Web Metoda Fuzzy” [6], dimana pada penelitian ini tidak dilakukan akurasi dari hasil prediksi, sehingga tidak dapat dilihat apakah metode yang digunakan sudah baik untuk proses prediksi. Selain itu ada penelitian dengan judul “Prediksi Jumlah Produksi Roti Holland Boga Bakery Akibat Penyebaran Covid-19 Menggunakan metode Fuzzytakagi-Sugeno” [7], pada penelitian tersebut perhitungan menggunakan tool matlab, dan menghasilkan nilai MAPE sebesar 18,6% menunjukkan bahwa prediksi menggunakan metode logika fuzzy takagi-sugeno termasuk penilaian baik.

Pada penelitian ini dibuat sebuah system untuk menghitung Prediksi berapa banyak jumlah produksi roti dengan menerapkan metode fuzzy tsukamoto. Data yang dipakai dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari salah satu toko roti yang berada di kota Bandung. Untuk perhitungan prediksi menggunakan metode fuzzy tsukamoto, variable input terdiri dari data penjualan dan data persediaan, sedangkan variable output adalah data produksi. Untuk melihat akurasi dari metode yang digunakan dilakukan dengan perhitungan menggunakan MAPE, sedangkan embuatan system prediksi dilakukan dengan pendekatan objek menggunakan tools UML. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat system yang akan memberikan informasi prediksi jumah produksi untuk membantu pihak terkait dalam menentukan jumlah produksi, selain itu untuk melihat seberapa akurat metode yang dipakai untuk memprediksi berapa banyak jumlah produksi.

2. METODOLOGI

Metode atau tahapan penelitian ini adalah dengan studi kasus, dimana data penelitian diambil dari salah satu toko roti. Tahapan penelitian yang dilakukan terdapat pada Gambar 1 dimulai dari pengumpulan data terkait dengan system yang akan dibuat. Data yang digunakan untuk perhitungan proses prediksi jumlah produksi berdasarkan pada data penjualan dan data persediaan. Setelah diperoleh data maka tahapan berikutnya adalah adalah olah data. Pada tahapan ini dilakukan proses perhitungan prediksi. Prediksi dilakukan dengan menggunakan data satu bulan terakhir, tabel 1 merupakan data yang digunakan untuk prediksi.

Tabel 1. Data Penjualan, Data Persediaan, dan Data Produksi Roti Tawar Dari Bulan Januari-Desember 2020.

No.	Bulan	Penjualan	Persediaan (Adonan)	Produksi
1	Januari	5780	170	5950
2	Februari	5270	155	5425
3	Maret	5168	152	5320
4	April	5202	153	5355
5	Mei	5304	156	5460
6	Juni	5950	175	6125
7	Juli	4219	126	4345
8	Agustus	5542	163	5705
9	September	5304	156	5460
10	Oktober	5780	170	5950
11	November	5202	153	5355
12	Desember	5508	162	5670

Proses untuk menghitung prediksi berapa jumlah hasil produksi dengan fuzzy tsukamoto, metode ini merupakan system untuk mengatasi masalah pengambilan keputusan dalam situasi yang penuh ketidakpastian dan kompleks [3]. Pada proses prediksi menggunakan metode fuzzy tsukamoto menggunakan variable input adalah data penjualan dan persediaan sedangkan variable output adalah data produksi. Adapun langkah-langkah untuk menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* yaitu sebagai berikut [8] :

1. Penentuan himpunan fuzzy, adapun himpunan fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada tabel 2. Dapat dilihat bahwa fungsi input terdiri dari penjualan dan persediaan dan fungsi output adalah produksi, serta nilai domain dari setiap himpunan fuzzy yang digunakan.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Tabel 2. Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Penjualan	[4219-5950]	Turun	[4219-5084]
			Naik	[5084-5950]
	Persediaan	[126-175]	Sedikit	[126-150]
			Banyak	[150-175]
Output	Produksi	[4345-6125]	Bertambah	[4345-5235]
			Berkurang	[5235-6125]

2. Selanjutnya, berdasarkan tabel 2, ditentukan fungsi keanggotaan untuk setiap variable untuk menghitung nilai derajat dari setiap keanggotaan. Variable penjualan didefinisikan dalam dua himpunan fuzzy yaitu turun dan naik. Fungsi keanggotaan variable penjualan ditunjukkan pada persamaan 1 dan 2.

$$\mu_{Turun}[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 4219 \\ \frac{5950-x}{5950-4219} & ; 4219 \leq x \leq 5950 \\ 0 & ; x \geq 5950 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Turun}[x] = \begin{cases} 1; x \leq 4219 \\ \frac{5950-x}{5950-4219}; 4219 \leq x \leq 5950 \\ 0; x \geq 5950 \end{cases} \quad (2)$$

Variable persediaan didefinisikan dalam dua himpunan fuzzy yaitu sedikit dan banyak. Fungsi keanggotaan variable persediaan ditunjukkan pada persamaan 3 dan 4.

$$\mu_{Sedikit}[x] = \begin{cases} 1; x \leq 126 \\ \frac{175-x}{175-126}; 126 \leq x \leq 175 \\ 0; x \geq 175 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{Naik}[x] = \begin{cases} 0; x \leq 126 \\ \frac{x-126}{175-126}; 126 \leq x \leq 175 \\ 1; x \geq 175 \end{cases} \quad (4)$$

Variable produksi didefinisikan dalam dua himpunan fuzzy yaitu bertambah dan berkurang. Fungsi keanggotaan variable produksi ditunjukkan pada persamaan 5 dan 6.

$$\mu_{Berkurang}[x] = \begin{cases} 1; x \leq 4345 \\ \frac{6125-x}{6125-4345}; 4345 \leq x \leq 6125 \\ 0; x \geq 6125 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Bertambah}[x] = \begin{cases} 0; x \leq 4345 \\ \frac{x-4345}{6125-4345}; 4345 \leq x \leq 6125 \\ 1; x \geq 6125 \end{cases} \quad (6)$$

- Setelah menentukan nilai keanggotaan, fungsi keanggotaan dan derajat keanggotaan, tahap selanjutnya adalah membuat aturan fuzzy dari ketiga himpunan fungsi keanggotaan tersebut. Adapun aturan yang dibuat terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Fuzzy Rules

Aturan	Penjualan	Persediaan	Produksi
R1	Turun	Banyak	Berkurang
R2	Turun	Sedikit	Berkurang
R3	Naik	Banyak	Bertambah
R4	Naik	Sedikit	Bertambah

- Setelah menentukan aturan/*Rule* yang akan digunakan selanjutnya adalah mencari fungsi implikasi. Untuk fungsi implikasi pada perhitungan fuzzy menggunakan fungsi min.
- Langkah terakhir adalah defuzzifikasi untuk mendapatkan hasil prediksi menggunakan rata-rata terpusat. Adapun perhitungan defuzzifikasi menggunakan persamaan 7.

$$z = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \quad (7)$$

Dimana :

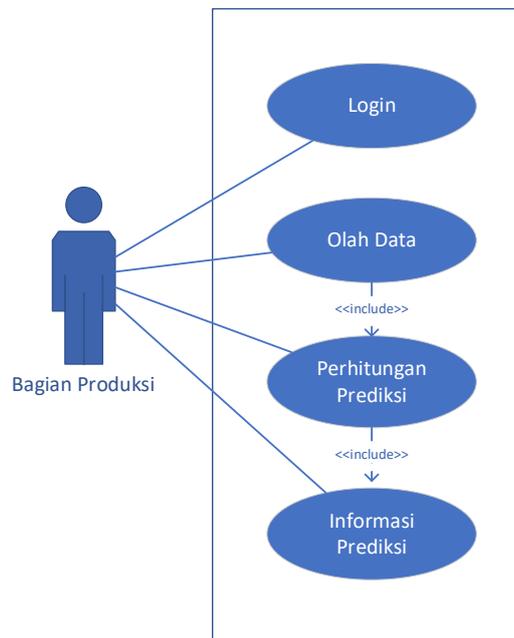
α_i = Nilai α Predikat

z_i = Nilai Variable output

Setelah dilakukan perhitungan dari prediksi maka ahapan selanjutnya adalah analisis dan perancangan system. Kebutuhan sistem yang akan dibangun terdapat pada tabel 4. Pada penelitian ini untuk menganalisis kebutuhan system menggunakan pendekatan objek dengan *tools* UML. UML merupakan *tools* yang terdiri dari banyak diagram yang digunakan untuk melakukan perancangan sebuah sistem atau perangkat lunak yang berbasis objek [9]. *Usecase diagram merupakan salah satu diagram yang ada di UML yang menggambarkan aktifitas yang dilakukan oleh pengguna system* [10]. Gambar 2 menunjukkan usecase diagram system yang dibuat berdasarkan table 4. Gambar 2 menunjukkan sistem yang akan dibangun dan digunakan oleh bagian produksi untuk menghitung jumlah roti yang akan diproduksi. *User* akan login terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem. Setelah login, maka akan melakukan proses masukan data untuk menghitung prediksi jumlah produksi pada periode yang sudah ditentukan. Hasil perhitungan prediksi akan disimpan di sistem dan hasilnya akan disampaikan ke pihak yang membutuhkan yang kemudian akan direalisasikan dalam memproduksi jumlah roti pada periode tertentu hasil prediksinya.

Tabel 4. Kebutuhan Fungsional Sistem

Fungsional	Keterangan
Login	Fungsi yang digunakan oleh pengguna untuk masuk ke system prediksi
Olah Data	Fungsi yang digunakan untuk mengolah data (data penjualan, data persediaan, dan data produksi) untuk kebutuhan perhitungan prediksi
Perhitungan prediksi	Fungsi yang digunakan untuk menghitung proses prediksi kebutuhan jumlah produksi pada periode tertentu.
Informasi Hasil prediksi	Fungsi yang digunakan untuk melihat hasil dari prediksi jumlah produksi pada periode tertentu yang sudah dilakukan



Gambar 2. Usecase sistem.

Tahap akhir dari penelitian adalah melakukan implementasi dan pengujian system. Implementasi system merupakan penerapan hasil analisis dalam kebutuhan system dan rancangan sistem yang sudah dibuat ke pemrograman yang sudah ditentukan dan menerapkannya pada sebuah sistem tertentu dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan sudah ditentukan spesifikasinya [11].

Pada tahap pengujian system dilakukan dengan melihat uji keakuratan dari hasil prediksi dan uji fungsional system. Untuk menguji keakuratan hasil perhitungan Prediksi, digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengukur kesalahan dengan menghitung persentase perbedaan antara data real dengan data Prediksi, rumus MAPE, terdapat pada persamaan 8 [12], [13]. Nilai MAPE semakin kecil maka hasilnya semakin akurat sebuah model peramalan

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \tag{8}$$

Sedangkan untuk pengujian fungsional system dilakukan dengan pengujian alpha menggunakan metode *black box*. Pengujian alpha ini dilakukan sebelum system dirilis untuk melihat apakah fungsional dari system yang dibuat sudah berfungsi dan sesuai dengan analisis kebutuhan dan rancangan system yang sudah dibuat sebelumnya [14], [15]. Adapun butir yang diuji pada saat pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 4. Pengujian Alpha

No	Butir Uji	Detail Pengujian	Jenis Pengujian
1	Login	Verifikasi	<i>black box</i>
2	Olah data	Olah data penjulana	<i>black box</i>
		Olah data persediaan	<i>black box</i>
		Olah data produksi	<i>black box</i>
3	Perhitungan prediksi	Filter prediksi jenis roti yang akan diproduksi pada periode tertentu	<i>black box</i>
4	Informasi prediksi	Informasi prediksi pada periode tertentu dalam bentuk tabel dan grafik	<i>black box</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hasil pengujian dari keakuratan hasil prediksi dan fungsional system yang telah dibuat.

3.1 Hasil Prediksi Jumlah Produksi Roti

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada data di tabel 1 dengan menggunakan fuzzy tsukamoto, maka didapat hasil prediksi pada tabel 5. Pada tabel 5 juga ditunjukkan nilai error prediksi dengan membandingkan data actual dan data hasil prediksi.

Tabel 5. Data Uji Roti Tawar Tahun 2020

No.	Bulan	Data Actual (A)	Data Prediksi (f)	ERROR (e=A-f)	Absolute error
1	Februari	5425	5828	-403	403
2	Maret	5320	5337	-17	17
3	April	5355	5279	76	76
4	Mei	5460	5297	163	163
5	Juni	6125	5358	767	767
6	Juli	4345	6125	-1780	1780
7	Agustus	5705	4345	1360	1360
8	September	5460	5548	-88	88
9	Oktober	5950	5358	592	592
10	November	5355	5818	-463	463
11	Desember	5670	5297	373	373

Berdasarkan data pada tabel 5, maka dilakukan perhitungan akurasi dengan menggunakan persamaan 7, maka didapat nilai MAPE dari setiap bulan yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. MAPE Prediksi Jumlah Produksi Roti Tawar 2020

No.	Bulan	Actual (A)	Forecast (f)	ERROR (e=A-f)	Absolute error	MAPE (%)
1	Februari	5425	5828	-403	403	7.42
2	Maret	5320	5337	-17	17	0.32
3	April	5355	5279	76	76	1.42
4	Mei	5460	5297	163	163	2.98
5	Juni	6125	5358	767	767	12.52
6	Juli	4345	6125	-1780	1780	40.96
7	Agustus	5705	4345	1360	1360	23.83
8	September	5460	5548	-88	88	1.61
9	Oktober	5950	5358	592	592	9.94
10	November	5355	5818	-463	463	7.78
11	Desember	5670	5297	373	373	8.04
						10.62

Berdasarkan hasil dari perhitungan yang dilakukan, maka didapat hasil nilai MAPE sebesar 10.62%, dengan nilai keberhasilan 89,38% untuk prediksi pada roti tawar. Dari hasil tersebut menyatakan bahwa fuzzy tsukamoto dapat digunakan untuk proses prediksi jumlah produksi. Dengan membandingkan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa logika fuzzy dapat digunakan untuk prediksi jumlah produksi roti [5], [6], pada penelitian tersebut belum dilakukan perhitungan akurasi dari hasil prediksi yang sudah dilakukan sedangkan pada penelitian yang dikukan terdapat hasil akurasi dari metode yang digunakan sehingga bias dijadikan referensi apakah metode tersebut dapat digunakan untuk prediksi atau tidak. Selain itu pada penelitian [7] akurasi dari nilai prediksi yang didapat 18,6%, sedangkan penelitian yang dilakukan mendapatkan nilai 10,62% artinya perhitungan metode yang digunakan lebih baik dari penelitian sebelumnya.

3.2 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Sistem yang sudah dibuat akan diimplementasikan pada perangkat keras dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Processor : Intel Core i3
- b. Mamori RAM : 8GB
- c. Harddisk : 512 GB

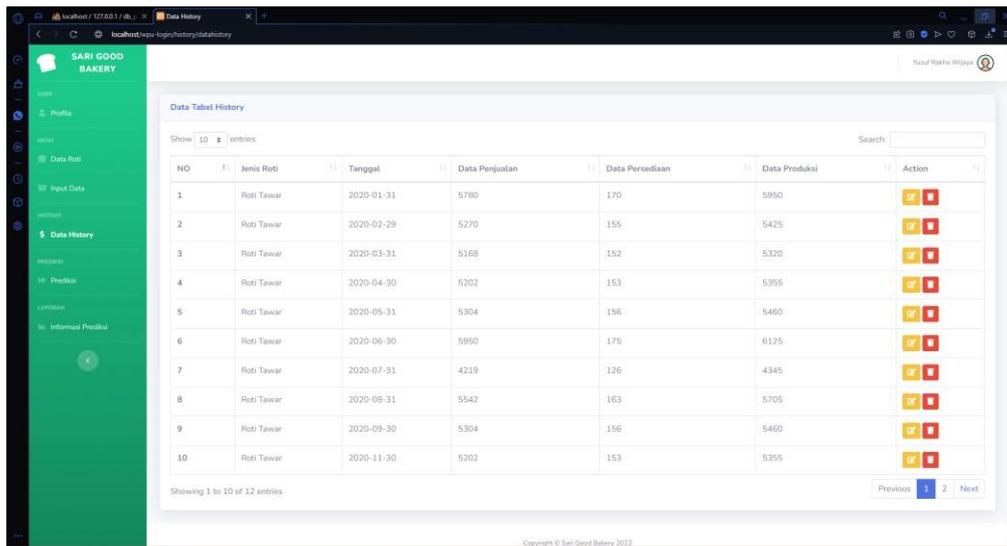
Sedangkan untuk perangkat keras sebagai berikut :

- a. Sistem Operasi : Windows 11
- b. Database : MySql
- c. Browser : Google Chrome atau FireFox

Beberapa contoh implementasi dari antar muka dapat dilihat pada gambar 3 dan 4. Gambar 3 menunjukkan halaman menu data history berfungsi untuk melihat data yang sudah dimasukan sebelumnya. Adapun hasil dari pengujian fungsional terhadap system yang sduah dibuat dapat dilihat pada tabel 5. Dari tabel 5 menunjukkan bahwa 100% fungsi dari system yang dibuat telah berhasil sesuai dengan analisis kebutuha yang dirancang, dan system sudah memberikan informasi hasil prediksi pada periode tertentu.

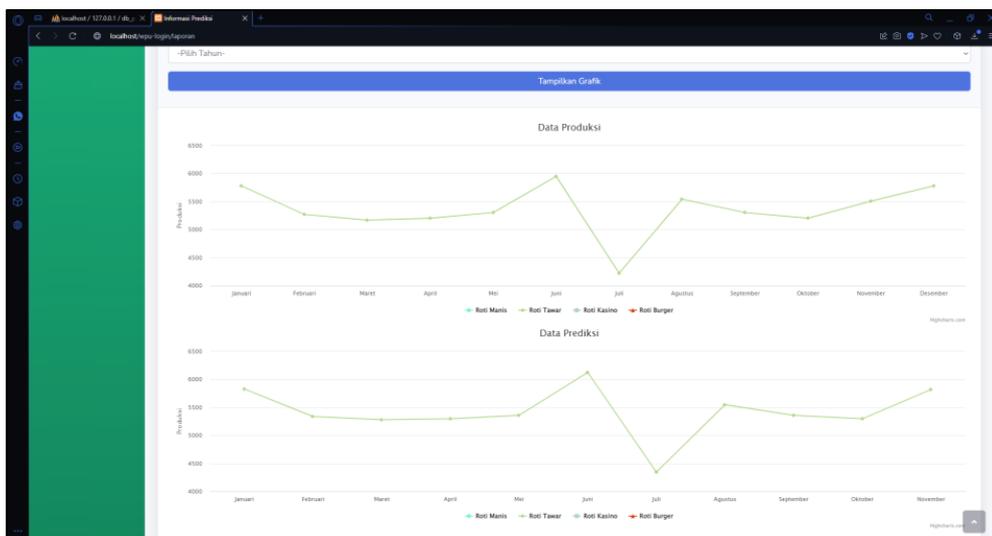
Tabel 5. Pengujian Alpha

No	Butir Uji	Detail Pengujian	Keterangan
1	Login	Verifikasi	Berhasil
2	Olah data	Olah data penjulana	Berhasil
		Olah data persediaan	Berhasil
		Olah data produksi	Berhasil
3	Perhitungan prediksi	Filter prediksi jenis roti yang akan diproduksi pada periode tertentu	Berhasil
4	Informasi prediksi	Informasi prediksi pada periode tertentu dalam bentuk tabel dan grafik	Berhasil



Gambar 3. Tampilan Menu Data History

Gambar 4 menunjukkan menu informasi prediksi ini akan menampilkan hasil dari data yang di prediksi pada periode tertentu dalam bentuk grafik.



Gambar 4. Informasi prediksi

Dengan membandingkan penelitian sebelumnya [5], [6], pada penelitian tersebut belum dilakukan pembuatan system yang dapat menginformasikan hasil prediksi per periode tertentu, sedangkan pada penelitian yang dikukan sudah dibuat system informasi yang dapat melihat hasil prediksi per periode tertentu yang tentunya dapat membantu pihak terkait untuk menentukan jumlah produksi yang akan dilakukan untuk periode berikutnya.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan menyatakan bahwa keberhasilan dari fungsional sisten yang dubuat bernilai 92% dan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, penggunaan metode fuzzy Tsukmoto untuk prediksi mendapatkan nilai error 10,62 % yang artinya metode tersebut dapat dengan baik digunakan untuk prediksi jumlah produksi.

Bagian ini berisikan kesimpulan berdasarkan hasil-hasil penelitian yang diperoleh, serta kelebihan dan kekurangan dari penelitian yang dilaksanakan. Dapat pula ditambahkan beberapa saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya. Bagian ini ditulis dalam bentuk paragraf, tidak dalam bentuk poin-poin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Nurhayati and A. Syafiq, "Sistem Prediksi Jumlah Produksi Baju Menggunakan Weighted Moving Average," *J. Manaj. Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 14–24, 2022, doi: 10.34010/jamika.v12i1.6680.
- [2] S. Nurhayati, R. Lubis, and M. Fajar Wicaksono, "Application of the Machine Learning Method for Predicting International Tourists in West Java Indonesia Using the Averege-Based Fuzzy Time Series Model," *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, 2023, doi: 10.26555/jiteki.v9i1.25475.
- [3] R. Lubis and S. Nurhayati, "Implementation of fuzzy tsukamoto in production planning decision support systems," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 16, no. 2, 2021.
- [4] R. Siregar, M. Zarlis, and Z. Situmorang, "Tsukamoto's Fuzzy Logic Development Analysis to Predict Caesarean or Normal Delivery," in *2020 3rd International Conference on Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT)*, 2020, pp. 152–157. doi: 10.1109/MECnIT48290.2020.9166594.
- [5] L. Costaner, W. Syafitri, and G. Guntoro, "Optimasi Jumlah Produksi Roti Ud Prima Sari Menggunakan Metode Logika Fuzzy," *Sistemasi*, vol. 8, no. 3, p. 424, 2019, doi: 10.32520/stmsi.v8i3.537.
- [6] Muhammad Afdhal, Dhio Saputra, and Wifra Safitri, "Sistem Informasi Prediksi Angka Produksi Pada Nila Cake Berbasis Web Metoda Fuzzy," *J. Teknoif Tek. Inform. Inst. Teknol. Padang*, vol. 9, no. 1, pp. 9–16, 2021, doi: 10.21063/jtif.2021.v9.1.9-16.
- [7] C.-M. Fuzzytakagi-sugeno and R. Mashuda, "Prediksi Jumlah Produksi Roti Holland Boga Bakery Akibat Penyebaran," *EJECTS E-Journal Comput. Technol. Informations Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 40–48, 2023.
- [8] Suharjito, Diana, Yulyanto, and A. Nugroho, "Mobile Expert System Using Fuzzy Tsukamoto for Diagnosing Cattle Disease," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 116, no. Iccsci, pp. 27–36, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.10.005.
- [9] L. S. Ivanova, D. A. Sokolov, and O. A. Zmeev, "UML Representation of Object-Oriented Design Antipatterns," *2021 Int. Conf. Inf. Technol. ICIT 2021 - Proc.*, pp. 98–103, 2021, doi: 10.1109/ICIT52682.2021.9491660.
- [10] R. Fauzan, D. Siahaan, S. Rochimah, and E. Triandini, "A Different Approach on Automated Use Case Diagram Semantic Assessment," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 14, no. 1, pp. 496–505, 2021, doi: 10.22266/IJIES2021.0228.46.
- [11] G. P. Suri and N. Y. Arifin, "Pengembangan Dan Implementasi Aplikasi Perpustakaan Berbasis Web," *Eng. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–28, 2020.
- [12] N. K. Rai, D. Saravanan, L. Kumar, P. Shukla, and R. N. Shaw, "RMSE and MAPE analysis for short-term solar irradiance, solar energy, and load forecasting using a Recurrent Artificial Neural Network," in *Applications of AI and IOT in Renewable Energy*, 2022. doi: 10.1016/B978-0-323-91699-8.00010-3.
- [13] A. de Myttenaere, B. Golden, B. Le Grand, and F. Rossi, "Mean Absolute Percentage Error for regression models," *Neurocomputing*, vol. 192, 2016, doi: 10.1016/j.neucom.2015.12.114.

- [14] I. Komargodski, M. Naor, and E. Yogev, "White-Box vs. Black-Box Complexity of Search Problems," *J. ACM*, vol. 66, no. 5, pp. 1–28, 2019, doi: 10.1145/3341106.
- [15] V. Febrian, M. R. Ramadhan, M. Faisal, and A. Saifudin, "Pengujian pada Aplikasi Penggajian Pegawai dengan menggunakan Metode Blackbox," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 1, p. 61, 2020, doi: 10.32493/informatika.v5i1.4340.