

IMPLEMENTASI METODE *FUZZY TSUKAMOTO* ESTIMASI JUMLAH PENERIMAAN PUPUK (Studi Kasus: UD.Susilo)

Nurul Fuad¹, Didik Eko Rusmanto²

¹Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

²Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

E-mail: ¹Nurulfuad23@gmail.com, ²ekorusmantd@gmail.com

ABSTRACT

Agriculture is a common profession in Indonesia. Fertilizer is one of the most important needs for farmers in agriculture field. UD. SUSILO is an agricultural shop that provides a variety of farmer needs including agricultural equipment, plant seeds, fertilizers, and others. Fertilizer is one of the most product which wanted by farmers. Every month the distribution and receipt of Phoskatani fertilizer reaches thousands of kilos. However, due to manual calculations, the amount of distribution and receipt of fertilizers is often unbalanced. This research tries to solve these problems. one of the way is applying the Fuzzy Tsukamoto method to estimate the amount of fertilizer revenue. The input variables used are inventory, distribution and residual. While the output variable sought is acceptance. From the validation results test through MAPE (Mean Average Percentage Error) the error was obtained 13.59%. Based on the test results, it can be concluded that the performance of the fertilizer estimation system with Tsukamoto fuzzy has a fairly good level of validity.

Keyword: *estimation, amount, fertilizer, fuzzy tsukamoto, mape*

1. Pendahuluan

Pertanian merupakan salah satu usaha yang melekat bagi masyarakat Indonesia. Sejarah mencatat bahwa pertanian telah ada sejak zaman kuno *Mesopotamia*. Teknologi pertanian pada masa itu membawa daerah bulan sabit menjadi tanah yang subur. Mesir kuno juga punya sejarah awal pertanian yang mendasari adanya sistem irigasi dan alat pertanian [1]. UD. SUSILO merupakan toko pertanian yang terletak di Kecamatan Karanggeneng, Kabupaten Lamongan. Di UD. SUSILO tersedia berbagai kebutuhan petani meliputi peralatan pertanian, bibit tanaman, pupuk, dan masih banyak lagi. Salah satu produk yang banyak dibutuhkan oleh konsumen adalah pupuk. Tercatat jumlah pembelian dan penyaluran pupuk *phoskatani* di UD. Susilo setiap bulan mencapai ribuan kilo.

Namun, karena menggunakan perhitungan manual terkadang antara jumlah penerimaan dengan penyaluran pupuk tidak seimbang, ketika jumlah penerimaan pupuk tinggi ternyata penyaluran pupuk bulan selanjutnya sangat rendah. Sebaliknya, beberapa kali jumlah pembelian pupuk melampaui angka penerimaan pupuk yang telah ditebus sebelumnya. Adanya permasalahan penerimaan pupuk yang mendorong dilakukan penelitian ini. Adapun *fuzzy tsukamoto* dipilih sebagai metode penelitian dengan mempertimbangkan penelitian-penelitian terdahulu.

Pertama, adalah penelitian yang berjudul “Estimasi stok penerimaan bahan bakar minyak menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto [2]. Data yang digunakan pada penelitian tersebut adalah data penjualan BBM Premium bulan Januari 2016 sampai Februari 2017. Adapun variabelnya terdiri dari penjualan dan persediaan. Serta, terdapat satu variabel *output* penerimaan. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa *fuzzy tsukamoto* bisa memberikan rekomendasi penerimaan stok BBM dengan akurasi sistem mencapai 84%.

Kedua, yaitu penelitian “*Fuzzy Inferensi System Pada Produksi Tahu dengan Algoritma Tsukamoto*” [3]. Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari pabrik tahu Bapak Hendri. Adapun variabel yang digunakan adalah permintaan, persediaan, dan produksi. Setiap variabel memiliki dua himpunan *fuzzy* sehingga kombinasi kedua variabel *input* menghasilkan 4 buah *rule*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *fuzzy tsukamoto* dapat memberikan rekomendasi jumlah produksi tahu. Dengan memanfaatkan variabel permintaan dan persediaan, maka sistem bisa memberikan *output* berupa variabel produksi.

Ketiga, adalah penelitian “*Fuzzy Inferensi System Pada Penyaluran Pakan Benih Ikan Dengan Algoritma Tsukamoto*” [4]. Penelitian ini dilaksanakan di UD.TIA Nagori Kandangan Kec. Pematang Bandar Kab. Simalungun. Variabel yang digunakan adalah permintaan, persediaan, dan penyaluran. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa *fuzzy tsukamoto* bisa digunakan untuk memprediksi penyaluran benih ikan. Yaitu dengan memberikan *input* permintaan sebanyak 900. Lalu untuk persediaan adalah sebanyak 300. Maka sistem bisa menghasilkan *output* penyaluran sebanyak 1360.

Keempat, yaitu penelitian “Implementasi *Fuzzy Logic* Dengan *Inferensi Tsukamoto* Untuk Prediksi Jumlah Kemasan Produksi (Studi Kasus: PT. Sinar Sosro Medan)” [5]. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data produksi kemasan tahun 2017 dan 2018. Untuk variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah persediaan dan pesanan sebagai variabel *input*. Sedangkan untuk variabel *output* adalah produksi. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa *fuzzy tsukamoto* bisa memberikan jumlah kemasan yang bisa membantu pertimbangan jumlah produksi kemasan PT. Sinar Sosro.

Kelima, adalah penelitian berjudul “Implementasi *Inferensi Fuzzy Tsukamoto* pada Prediksi Penjualan Telur Ayam Eropa pada Bisnis Raffa Telur” [6]. Data yang digunakan adalah data penjualan telur bulan September 2020. Untuk variabel yang dipakai terdiri dari penjualan, persediaan, dan pembelian. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa *Fuzzy tsukamoto* bisa digunakan untuk memprediksi pembelian dengan memanfaatkan angka persediaan dan penjualan.

Sehingga berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, diketahui bahwa tujuan penelitian ini adalah “Menjelaskan implementasi *estimasi* jumlah penerimaan pupuk dengan metode *fuzzy tsukamoto*.”

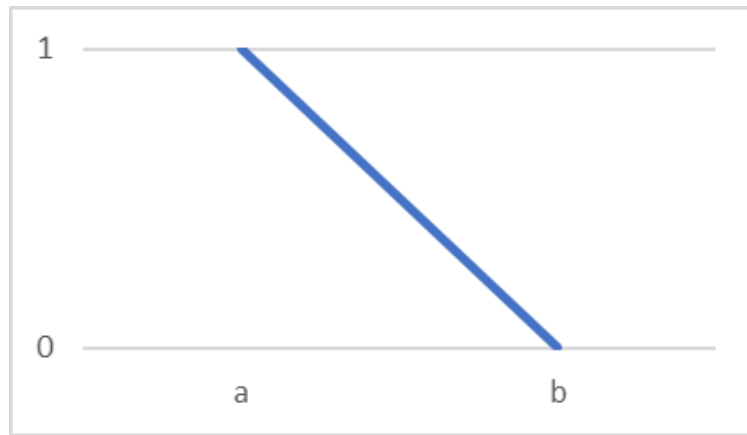
2. Landasan Teori

2.1 Fuzzy Tsukamoto

Kecerdasan buatan adalah sistem yang berfungsi untuk mempelajari pengetahuan dan digunakan komputer dengan tujuan agar suatu mesin (komputer) bisa melakukan penalaran. Sedangkan logika *fuzzy* adalah salah satu bentuk perhitungan dalam kecerdasan buatan yang memiliki dasar teori bahwa penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan, bisa diketahui melalui indikator derajat keanggotaan [7].

Sedangkan *tsukamoto* adalah salah satu metode yang digunakan dalam logika *fuzzy*. Ciri utama dari *fuzzy tsukamoto* adalah nilai *defuzzifikasi* diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata (*Average*) [8]. Logika *fuzzy* memiliki beberapa prosedur yang harus dilakukan untuk memperoleh suatu hasil. *Fuzzifikasi* adalah proses memanfaatkan fungsi keanggotaan untuk mengubah nilai tegas menjadi variabel linguistik. Rumus yang digunakan dalam proses *fuzzifikasi* disesuaikan berdasarkan kurva keanggotaan *fuzzy* tersebut [7].

Gambar 1 adalah garis kurva untuk representasi linier turun. Ciri utama dari kurva ini adalah apabila berada di titik a maka nilainya 1. Lalu apabila berada di titik b maka nilainya 0. Lebih jelasnya apabila menggunakan kurva tersebut maka rumus yang berlaku pada *fuzzifikasi* sebagaimana pada persamaan **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan..**

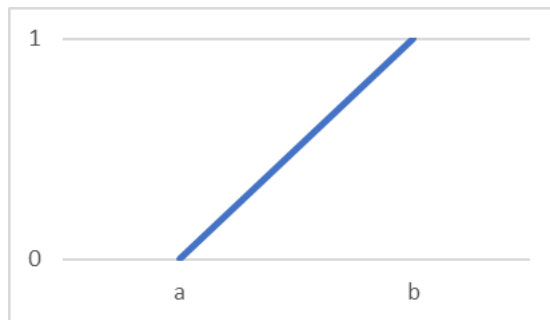


Gambar 1 Kurva Linier Turun

$$\mu(x) = \begin{cases} \text{if } x \leq a \text{ then } 1; \\ \text{if } a < x < b \text{ then } \frac{(b-x)}{(b-a)}; \\ \text{if } x \geq b \text{ then } 0; \end{cases}$$

$\mu(x)$ = derajat keanggotaan input
 x = nilai input
 a = titik a
 b = titik b

Selanjutnya, **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** adalah garis kurva representasi linier naik. Sebaliknya, pada kurva linier naik apabila berada di titik a maka nilai *fuzzifikasi* adalah 0. Sedangkan jika berada di titik b maka nilainya 1. Untuk kurva linier naik rumus yang berlaku adalah persamaan **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan..**



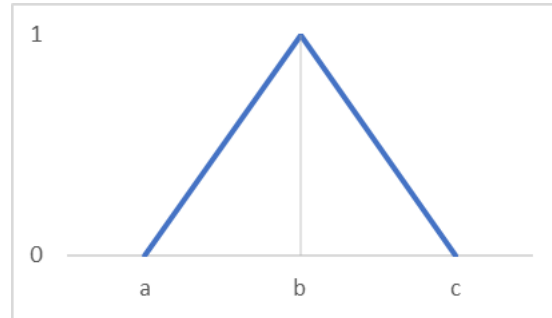
Gambar 2 Kurva Linier Naik

$$\mu(x) = \begin{cases} \text{if } x \leq a \text{ then } 0; \\ \text{if } a < x < b \text{ then } \frac{(x-a)}{(b-a)}; \\ \text{if } x \geq b \text{ then } 1; \end{cases}$$

$\mu(x)$ = derajat keanggotaan input
 x = nilai input

a = titik a
 b = titik b

Lalu **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** adalah representasi dari kurva segitiga. Berbeda dengan linier naik atau turun, pada kurva ini terdapat titik a, b, dan c. Apabila berada di titik a atau c maka nilai *fuzzifikasi* adalah 0. Dan nilai 1 hanya berlaku apabila berada di titik b. Sehingga, untuk kurva segitiga rumus *fuzzifikasi* yang berlaku adalah sebagaimana persamaan **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.**



Gambar 3 Kurva Segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} \text{if } x \leq a \text{ or } x \geq c \text{ then } 0; \\ \text{if } a < x < b \text{ then } \frac{(x - a)}{(b - a)}; \\ \text{if } b < x < c \text{ then } \frac{(c - x)}{(c - b)}; \\ \text{if } x = b \text{ then } 1; \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(x) &= \text{derajat keanggotaan input} \\ x &= \text{nilai input} \\ a &= \text{titik } a \\ b &= \text{titik } b \\ c &= \text{titik } c \end{aligned}$$

Setelah melakukan *fuzzifikasi*. Maka langkah selanjutnya adalah *inferensi*. Terdapat dua langkah yang harus dilakukan dalam proses ini. Yang pertama adalah menentukan nilai α (*alpha*). Persamaan (1) merupakan rumus yang digunakan untuk mencari nilai α (*alpha*). Untuk mencari nilai α (*alpha*) diperlukan derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan sendiri diperoleh berdasarkan hasil *fuzzifikasi* yang disesuaikan dengan kondisi setiap *rule*.

$$\alpha_n = \min(\mu_1, \mu_2, \dots) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \text{nilai } \alpha \text{ ke } - n \\ \mu_n, \dots &= \text{derajat keanggotaan sesuai kondisi} \end{aligned}$$

Lalu proses inferensi dilanjutkan dengan mencari nilai z. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai z disesuaikan berdasarkan *rule* pada variabel *output*. Persamaan (2) berlaku apabila variabel *output* menggunakan kurva linier naik. Namun, jika menggunakan kurva linier turun maka rumusnya adalah persamaan (3). Dan jika kurva yang digunakan adalah segitiga, maka harus mencari nilai z_{n1} dengan persamaan (2) dan z_{n2} dengan persamaan (3). Setelah kedua nilai tersebut diketahui maka dicari rata-rata menggunakan persamaan (4) [7].

$$z_n = \alpha_n(z_{max} - z_{min}) + z_{min} \quad (2)$$

$$z_n = z_{max} - \alpha_n(z_{max} - z_{min}) \quad (3)$$

$$z_n = \frac{z_{n1} + z_{n2}}{2} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} z_n &= \text{nilai } z \text{ ke } - n \\ \alpha_n &= \text{nilai alpha ke } - n \\ z_{min} &= \text{batas awal range} \\ z_{max} &= \text{batas akhir range} \end{aligned}$$

Terakhir adalah *defuzzifikasi*. Persamaan (5) merupakan rumus defuzzifikasi rata-rata (*Average*). Rumus inilah yang digunakan pada metode *fuzzy tsukamoto*. Lalu hasil dari proses *defuzzifikasi* merupakan variabel *output* dalam logika *fuzzy* [7].

$$\begin{aligned} z &= \frac{\sum \alpha_n z_n}{\sum \alpha_n} \\ z &= \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} z &= \text{nilai defuzzifikasi} \\ \alpha_n &= \text{nilai alpha ke } - n \\ z_n &= \text{nilai } z \text{ ke } - n \end{aligned}$$

2.2 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Metode *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan salah satu prosedur pengujian validitas. Metode ini menilai validitas sistem dengan mencari nilai *error*. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagaimana yang tertera pada persamaan (9) [2].

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|x_i - F_i|}{x_i} \times 100\%}{n} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} x_i &= \text{nilai asli periode ke } - i \\ F_i &= \text{nilai prediksi periode ke } - i \\ n &= \text{jumlah periode} \end{aligned}$$

3. Metodologi

Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari tempat penelitian. **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** adalah data yang digunakan untuk pembuatan sistem. Data tersebut merupakan data penyaluran dan penerimaan pupuk *phoskatani* bulan November 2020 hingga Desember 2021.

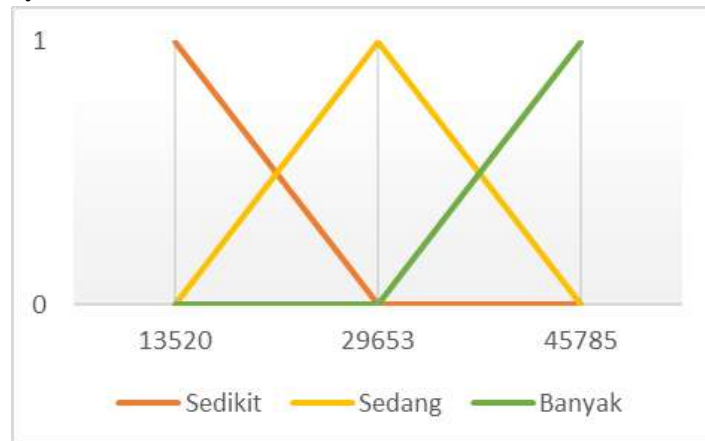
Tabel 1 Data Penyaluran Dan Penerimaan Pupuk

Tgl	Prs	Pny	Sis	Pen
Nov-2020	13520	9600	3920	20000
Des-2020	23920	17250	6670	20000
Jan-2021	26670	18050	8620	20000
Feb-2021	28620	4844	23776	10000
Mar-2021	33776	5954	27822	15000
Apr-2021	42822	37676	5146	27000
Mei-2021	32146	19402	12744	20000
Jun-2021	32744	24401	8343	15000
Jul-2021	23343	3968	19375	20000
Agu-2021	39375	13590	25785	20000

Tgl	Prs	Pny	Sis	Pen
Sep-2021	45785	33885	11900	18000
Okt-2021	29900	19463	10437	25000
Nov-2021	35437	27153	8284	15000
Des-2021	23284	6328	16956	15000

(Tgl = Tanggal, Prs = Persediaan, Pny = Penyaluran, Sis = Sisa, Pen= Penerimaan)

Dengan memanfaatkan data tersebut grafik dibuat berdasarkan kurva yang digunakan. **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** merupakan grafik keanggotaan untuk variabel persediaan. Berdasarkan grafik tersebut terdapat tiga *membership* pada variabel persediaan yaitu sedikit, sedang, dan banyak.



Gambar 4 Grafik Persediaan

Selanjutnya, Gambar 5 adalah grafik untuk variabel penyaluran. Sama seperti persediaan. Berdasarkan grafik tersebut terdapat *membership* sedikit, sedang, dan banyak.



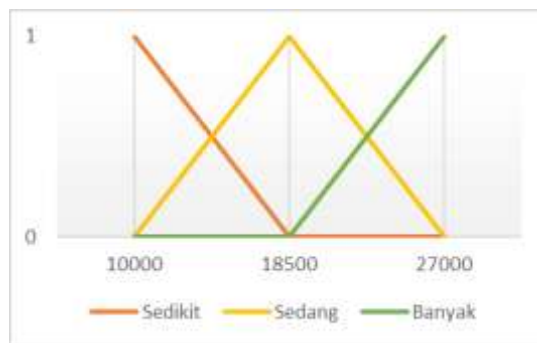
Gambar 5 Grafik Penyaluran

Lalu Gambar 6 adalah grafik untuk variabel sisa. Tidak ada perbedaan *membership* pada sisa dari kedua grafik sebelumnya.



Gambar 6 Grafik Sisa

Terakhir, **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** merupakan grafik yang digunakan untuk variabel penerimaan. Berdasarkan grafik tersebut terdapat tiga *membership* juga pada variabel penerimaan yaitu sedikit, sedang, dan banyak.



Gambar 7 Grafik Penerimaan

Penelitian ini memiliki tiga variabel *input* dengan tiga kombinasi *membership*. Berdasarkan jumlah variabel dan *membership*, maka diketahui pula terdapat 27 *rules*. **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** adalah daftar *rules* yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2 Daftar Rules

No	Deskripsi
[R1]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Banyak
[R2]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Sedang
[R3]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedikit
[R4]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Sedang AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Sedang
[R5]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Sedang AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Sedang
[R6]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Sedang AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedikit
[R7]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Banyak AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Banyak
[R8]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Banyak AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Banyak
[R9]	IF Persediaan Sedikit AND Penyaluran Banyak AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedang
[R10]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Sedang
[R11]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Sedang

No	Deskripsi
[R12]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedang
[R13]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Sedang AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Banyak
[R14]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Sedang AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Sedang
[R15]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Sedang AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedang
[R16]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Banyak AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Banyak
[R17]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Banyak AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Banyak
[R18]	IF Persediaan Sedang AND Penyaluran Banyak AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedikit
[R19]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Sedang
[R20]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Sedang
[R21]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Sedikit AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedikit
[R22]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Sedang AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Sedang
[R23]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Sedang AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Sedang
[R24]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Sedang AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Banyak
[R25]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Banyak AND Sisa Sedikit THEN Penerimaan Banyak
[R26]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Banyak AND Sisa Sedang THEN Penerimaan Sedang
[R27]	IF Persediaan Banyak AND Penyaluran Banyak AND Sisa Banyak THEN Penerimaan Sedang

Selanjutnya, **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** adalah data yang digunakan sebagai pengujian. Untuk data pengujian diambil dari data penyaluran dan penerimaan pupuk *phoskatani* bulan Juli 2021 sampai Juni 2022.

Tabel 3 Data Pengujian

Tgl	Prs	Pny	Sis	Pen
Juli-2021	23343	3968	19375	20000
Agu-2021	39375	13590	25785	20000
Sep-2021	45785	33885	11900	18000
Okt-2021	29900	19463	10437	25000
Nov-2021	35437	27153	8284	15000
Des-2021	23284	6328	16956	15000
Jan-2022	31956	17458	14498	20000
Feb-2022	34498	10960	23538	18000
Mar-2022	41538	21689	19849	20000
Apr-2022	39849	20350	19499	20000
Mei-2022	39499	14350	25149	20000
Jun-2022	45149	14653	30496	15000

(Tgl = Tanggal, Prs = Persediaan, Pny = Penyaluran, Sis = Sisa, Pen= Penerimaan)

4. Hasil Dan Pembahasan

Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan. adalah implementasi *interface* untuk melakukan *estimasi*. Pada *interface* ini terdapat tabel penerimaan. Lalu juga terdapat tabel nilai

terbesar dan terkecil dari data penerimaan yang diperlukan dalam proses *estimasi*. Kemudian, terdapat panel khusus untuk melakukan *estimasi* penerimaan. Selain itu, di atas tabel penerimaan juga terdapat tombol-tombol untuk melakukan pengelolaan penerimaan.

Gambar 8 Implementasi Sistem Estimasi

Pada pengujian *estimasi*, dilakukan perhitungan *fuzzy tsukamoto* menggunakan sistem dengan memanfaatkan data pengujian. **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** adalah hasil *estimasi* data penyaluran dan penerimaan pupuk bulan Juli 2021 sampai Juni 2022.

Tabel 4 Hasil Estimasi

Tgl	Penerimaan Aktual	Penerimaan Estimasi
Juli-2021	20000	18039
Agu-2021	20000	18987
Sep-2021	18000	19147
Okt-2021	25000	19937
Nov-2021	15000	20630
Des-2021	15000	18415
Jan-2022	20000	18564
Feb-2022	18000	18500
Mar-2022	20000	19044
Apr-2022	20000	18952
Mei-2022	20000	19218
Jun-2022	15000	20611

Kemudian, Gambar 3 adalah implementasi *interface* untuk halaman pengujian. Pada *interface* ini terdapat tabel yang memuat informasi tanggal dan jumlah penerimaan *aktual* dan *estimasi*. Selain itu, pada tabel tersebut juga ada proses perhitungan *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*. Lalu di samping tabel tersebut ada tombol untuk melihat riwayat proses debug dan menghapus data pengujian. Di bawah tombol untuk menghapus data pengujian, terdapat prosedur tambahan untuk *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*. Hingga di bagian bawah terdapat hasil perhitungan *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*. Lalu pada halaman paling bawah terdapat tombol untuk menampilkan *line chart*.



Gambar 3 Implementasi Uji Validasi

Lalu **Kesalahan! Sumber referensi tidak ditemukan.** merupakan adalah proses pengujian validasi secara manual. Metode uji validasi yang digunakan adalah *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*. Setelah dilakukan pengujian menggunakan data-data tersebut, maka diketahui bahwa tingkat *error* sistem *estimasi* penerimaan pupuk adalah sebesar 13,59% sebagaimana pada persamaan (7).

Tabel 5 Hasil Uji Validasi

No	x	f	x-f	(x-f)/x
1	20000	18039	1960,603727	0,098030186
2	20000	18987	1013,274915	0,050663746
3	18000	19147	1147,266425	0,063737024
4	25000	19937	5062,680972	0,202507239
5	15000	20630	5629,560642	0,375304043
6	15000	18415	3414,727495	0,2276485
7	20000	18564	1435,712391	0,07178562
8	18000	18500	500	0,027777778
9	20000	19044	956,3474821	0,047817374
10	20000	18952	1048,232341	0,052411617
11	20000	19218	781,5088612	0,039075443
12	15000	20611	5611,105766	0,374073718
Total				1,630832286

(x = Penerimaan *aktual*, f = Penerimaan *estimasi*)

$$MAPE = \frac{(1,630832286) \times 100\%}{12}$$

$$MAPE = 13,59\%$$
(7)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang penelitian tersebut. Maka bisa diketahui kesimpulan penelitian ini adalah, *estimasi* penerimaan pupuk bisa diimplementasikan menggunakan *fuzzy tsukamoto*. Adapun variabel *input* yang digunakan adalah persediaan, penyaluran, dan sisa. Sedangkan variabel *output*-nya adalah penerimaan. Setiap masing-masing variabel memiliki tiga buah *membership*. Diantaranya *membership* yang digunakan adalah sedikit, sedang, dan banyak. Setelah dilakukan uji validasi diperoleh tingkat *error* sistem sebesar 13,59%. Berdasarkan hasil pengujian tersebut diketahui sistem *estimasi* penerimaan pupuk memiliki tingkat validitas yang baik.

Daftar Pustaka

- [1] L. Navitasari, MP dan D. L. Fangohoi, SP., M.P, Sistem Pertanian, Bandung: Media Sains Indonesia, 2020.
- [2] N. Puspitasari, A. Tejawati dan F. Prakoso, “Estimasi Stok Penerimaan Bahan Bakar Minyak Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, pp. 9-18, 2019.
- [3] R. A. Samosir, E. C. Saputri, T. N. Anggriani dan A. P. Windarto, “Fuzzy Inferensi System Pada Produksi Tahu dengan Algoritma Tsukamoto,” *Seminar Nasional Matematika dan Terapan*, pp. 550-553, 2019.
- [4] E. C. Saputri, T. N. Anggriani, R. A. Samosir dan A. P. Windarto, “Fuzzy Inferensi System Pada Penyaluran Pakan Benih Ikan Dengan Algoritma Tsukamoto,” *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, pp. 282-286, 2020.
- [5] N. S. Pinem dan D. P. Utomo, “Implementasi Fuzzy Logic Dengan Inferensi Tsukamoto Untuk Prediksi Jumlah Kemasan Produksi (Studi Kasus : PT. Sinar Sosro Medan),” *Pelita Informatika : Informasi dan Informatika*, pp. 56-60, 2020.
- [6] C. Astria, H. Okprana, . A. Wanto, . D. Hartama dan . H. S. Tambunan, “Implementasi Inferensi Fuzzy Tsukamoto pada Prediksi Penjualan Telur Ayam Eropa pada Bisnis Raffa Telur,” *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, pp. 58-61, 2020.
- [7] N. Nafi'iyah, Buku Ajar Komputer Cerdas Untuk Mahasiswa Teknik Informatika, Yogyakarta: Deepublish, 2017.
- [8] Yulmaini, Logika Fuzzy: Studi Kasus & Penyelesaian Menggunakan Microsoft Excel dan Matlab, Yogyakarta: ANDI (Anggota IKAPI), 2018.