

Penerapan Metode *Fuzzy* Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Tahu

Sri Basriati¹, Elfira Safitri², Putri Nofridayani³

^{1,2,3} Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: sribasriati@uin-suska.ic.id, elfira.safitri@uin-suska.ac.id, putrinofridayani@gmail.com

ABSTRAK

Metode *fuzzy* Tsukamoto merupakan aturan yang berbentuk “jika-maka” yang harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Metode tersebut akan digunakannya dalam menentukan jumlah produksi optimum sehingga tidak terjadi penumpukan stock tahu. Jumlah produksi optimum ditentukan berdasarkan jumlah permintaan, jumlah persediaan dan jumlah bahan baku Industri Rumah Tangga Simpang Pulau. Berdasarkan penelitian, *fuzzy* Tsukamoto berhasil menentukan jumlah produksi tahu yang optimum dengan nilai kebenaran peramalan mencapai 98,91%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa optimalisasi jumlah tahu yang diproduksi menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto sangat baik.

Kata Kunci: Himpunan *fuzzy*, metode *fuzzy* Tsukamoto, permintaan, persediaan, produksi.

ABSTRACT

Tsukamoto's fuzzy method is a rule in the form of "if-then" which must be represented by a fuzzy set with a monotonous membership function. This method will be used in determining the optimum production quantity so there is no tofu stock accumulation. The optimum production amount is determined based on the amount of demand, the amount of supply and the amount of raw materials for the Simpang Pulau Home Industry. Based on the research, Tsukamoto fuzzy succeeded in determining the optimum amount of tofu production with a truth value of 98.91%. So it can be concluded that the optimization of the amount of tofu produced using the Tsukamoto fuzzy method is very good.

Keywords: Demand, fuzzy set, production, supply, Tsukamoto fuzzy method.

Pendahuluan

Tahu merupakan salah satu bahan makanan yang termasuk dalam makanan empat sehat lima sempurna. Sebagai hasil olahan kacang kedelai, tahu hasil produksi ini memiliki daya tahan relatif singkat karena perusahaan tidak memberikan campuran bahan penggumpal maupun bahan pengawet. Oleh karena itu, perlu perhitungan yang tepat dalam penentuan jumlah tahu yang akan diproduksi perhari.

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menentukan jumlah produksi optimum perhari, salah satunya adalah dengan menggunakan logika *fuzzy*. Penerapan logika *fuzzy* dalam menentukan jumlah produksi tahu yang bersifat relatif akan memberikan solusi mengenai cara menentukan jumlah tahu yang akan diproduksi berdasarkan banyaknya permintaan, persediaan dan bahan baku sehingga tidak terjadi penumpukan *stock*.

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Frans [1] mengatakan bahwa logika adalah ilmu yang mempelajari secara sistematis aturan-aturan penalaran yang absah (*valid*). Secara bahasa *fuzzy* berarti kabur atau samar, logika *fuzzy* adalah cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang *output* untuk membentuk suatu informasi yang baik, Kusumadewi, dkk [3]. Diharapkan dengan menggunakan logika *fuzzy* dapat membantu perusahaan dalam menentukan jumlah produksi yang optimum.

Menurut Surbakti, dkk [7], ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy* yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah produksi, yaitu: metode *Tsukamoto*, metode Mamdani, dan metode Sugeno. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini dalam menentukan jumlah produksi adalah metode *Tsukamoto*. Metode ini dipilih karena setiap

konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot, demikian yang dikatakan oleh Kusumadewi, dkk [3].

Penelitian sebelumnya Ria Rahmadita Surbakti, dkk [7] yang berjudul “Penerapan Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan”. Penelitian tersebut memperoleh hasil produksi yang optimum berdasarkan 3 variabel yaitu variabel permintaan, variabel persediaan dan variabel produksi. Penulis tertarik melakukan penelitian menggunakan metode yang sama yaitu metode *fuzzy* Tsukamoto dengan 4 variabel dengan studi kasus yang berbeda. Variabel yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari variabel jumlah permintaan, jumlah persediaan, jumlah bahan baku dan jumlah produksi. Adapaun kasus yang akan diteliti adalah produksi tahu pada Industri Rumah Tangga Simpang Pulau Bangkinang.

Metode Penelitian

Himpunan Fuzzy

Frans [1] mengatakan bahwa himpunan adalah suatu kumpulan atau koleksi objek-objek yang mempunyai kesamaan sifat tertentu. Himpunan *fuzzy* adalah sebuah himpunan yang di dalamnya terdapat elemen yang mempunyai derajat keanggotaan yang berbeda-beda. Himpunan *fuzzy* memiliki nilai keanggotaan yang terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A(x) = 0$, berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A(x) = 1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A .

Fungsi Keanggotaan

Menurut Kusumadewi, dkk [2] fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi Representasi Kurva Segitiga.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & ; b \leq x \leq c \end{cases}$$

Metode Fuzzy Tsukamoto

Menurut Kusumadewi, dkk [2], pada metode Tsukamoto setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk “jika-maka” harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat kemudian hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

Terdapat 4 tahapan dalam menyelesaikan sistem pendukung keputusan dengan menggunakan logika *fuzzy* Tsukamoto:

1. Fuzzyfikasi
Menentukan semua variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan. Untuk masing-masing variabel *input*, tentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai.
2. Pembentukan Aturan *fuzzy*
Aturan *fuzzy* dibentuk untuk memperoleh hasil yang menyatakan relasi yang antara variabel *input* dengan variabel *output*. Aturan *fuzzy* yang digunakan adalah aturan “jika-maka” dengan operator antar variabel masukan adalah operator “dan”. Pertanyaan yang mengikuti “jika” disebut sebagai antisiden dan pernyataan yang mengikuti “maka” disebut sebagai konsekuen.
Jika (α_1 adalah A_1) $\cap \dots \cap$ (α_n adalah A_n)
maka (b adalah k)
3. Analisis Logika *fuzzy*
Setiap aturan yang dibentuk merupakan suatu pernyataan implikasi. Pada metode *fuzzy* Tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi implikasi Min. Fungsi implikasi Min adalah mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan *fuzzy* yang bersangkutan. Secara umum dapat ditulis:
 $\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x_i), \mu_B(y_i))$
4. Defuzzifikasi
proses defuzzifikasi pada metode Tsukamoto menggunakan metode rata-rata terpusat (*Average*).

$$p = \frac{\sum \alpha_i p_i}{\sum \alpha_i}$$

dengan

- p : Variabel *output*
- α_i : Nilai α -predikat
- p_i : Nilai variabel *output*

Ukuran Akurasi Peramalan

Apabila ingin menentukan keakuratan model, maka dapat menggunakan MSE (*Mean Square Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

1. MSE (*Mean Square Error*)

MSE merupakan kriteria prediksi dengan mengkuadratkan setiap error dan dibagi sebanyak jumlah data. Bentuk persamaannya sebagai berikut :

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \hat{p}_i)^2}{n}$$

dengan :

- p_i : Nilai data asli amatan ke- i
- \hat{p}_i : Nilai prediksi amatan ke- i
- n : Banyaknya data

2. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE merupakan suatu ukuran akurasi peramalan dari suatu metode peramalan. Bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|p_i - \hat{p}_i|}{p_i}}{n} \cdot 100\%$$

Setelah memperoleh nilai MAPE untuk mengetahui nilai kebenarannya dapat dilakukan dengan :

$$Tingkat\ Kebenaran = 100\% - MAPE$$

Kriteria nilai MAPE menurut (Chang, Wang & Liu, 2007) adalah sebagai berikut:

1. < 10 % (kemampuan peramalan sangat baik)
2. 10%-20% (kemampuan peramalan baik)
3. 20%-50% (kemampuan peramalan cukup)
4. > 50% (kemampuan peramalan buruk).

Namun menurut Makridakis, model yang tepat adalah model yang memiliki nilai MAPE sekitar 0%-30%.

Hasil dan Pembahasan

Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Industri Rumah Tangga Simpang Pulau mulai bulan Januari 2017 sampai bulan Desember 2018. Data yang digunakan untuk menentukan jumlah produksi optimum menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto adalah data jumlah permintaan, jumlah persediaan dan jumlah bahan baku.

Penelitian ini terdapat 4 variabel, yaitu: 3 variabel *input* yaitu variabel permintaan, variabel persediaan dan variabel bahan baku sedangkan untuk variable *output* terdapat 1 variabel yaitu variable produksi. Berdasarkan nilai minimal dan maksimal dari variable *input* dan variable *output* dapat dilihat pada table 1 sebagai berikut:

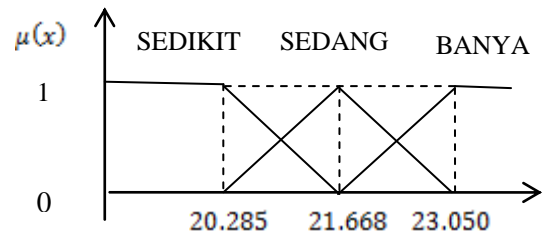
Tabel 1. Nilai minimal dan Maksimal dari Variabel *Input* dan *Output* pada Data Random

Fungsi	Variabel	Domain
<i>Input</i>	Permintaan	[20.285, 23.050]
	Persediaan	[2.360, 3.350]
	Bahan Baku	[4.400, 4.950]
<i>Output</i>	Produksi	[18.920, 21.285]

Penyelesaian masalah menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto

Berikut adalah cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan berdasarkan variabel lingistik dan variabel numeric yang diberikan.

- a. Permintaan (x), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang dan Banyak. Fungsi keanggotaan untuk variabel permintaan dapat dirumuskan sebagai berikut:



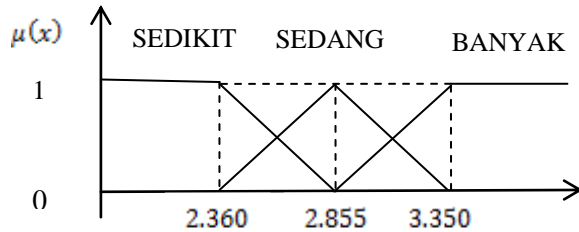
Gambar 1. Fungsi Keanggotaan dari Variabel Permintaan

$$\mu_{Pmt\ SEDIKIT}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 20.285 \\ \frac{21.668 - x}{21.668 - 20.285} & ; 20.285 \leq x \leq 21.668 \\ 0 & ; x \geq 21.668 \end{cases}$$

$$\mu_{Pmt\ SEDANG}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 20.285 \text{ atau } x \geq 23.050 \\ \frac{x - 20.285}{21.668 - 20.285} & ; 20.285 \leq x \leq 21.668 \\ \frac{23050 - x}{23.050 - 21.668} & ; 21.668 \leq x \leq 23.050 \end{cases}$$

$$\mu_{Pmt\ BANYAK}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 21.668 \\ \frac{x - 21.668}{23.050 - 21.668} & ; 21.668 \leq x \leq 23.050 \\ 1 & ; x \geq 23.050 \end{cases}$$

b. Persediaan (y), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang dan Banyak. Fungsi keanggotaan untuk variabel persediaan dapat dirumuskan sebagai berikut:



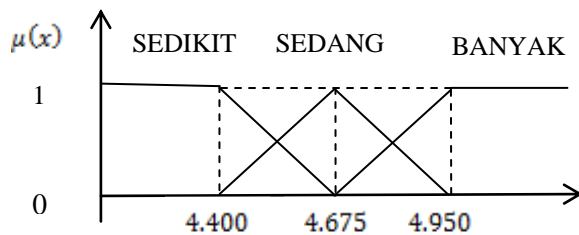
Gambar 2. Fungsi Keanggotaan dari Variabel Persediaan

$$\mu_{Psd\ SEDIKIT}(y) = \begin{cases} 1 & ; y \leq 2.360 \\ \frac{2.855 - y}{2.855 - 2.360} & ; 2.360 \leq y \leq 2.855 \\ 0 & ; y \geq 2.855 \end{cases}$$

$$\mu_{Psd\ SEDANG}(y) = \begin{cases} 0 & ; y \leq 2.360 \text{ atau } y \geq 3.350 \\ \frac{y - 2.360}{2.855 - 2.360} & ; 2.360 \leq y \leq 2.855 \\ \frac{3.350 - y}{3.350 - 2.855} & ; 2.855 \leq y \leq 3.350 \end{cases}$$

$$\mu_{Psd\ BANYAK}(y) = \begin{cases} 0 & ; y \leq 2.855 \\ \frac{y - 2.855}{3.350 - 2.855} & ; 2.855 \leq y \leq 3.350 \\ 1 & ; y \geq 3.350 \end{cases}$$

c. Bahan Baku (z), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang dan Banyak. Fungsi keanggotaan untuk variabel bahan baku dapat dirumuskan sebagai berikut:



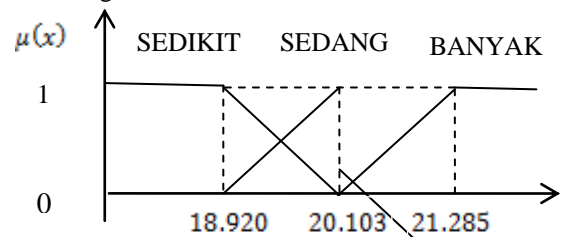
Gambar 3 .Fungsi Keanggotaan dari Variabel Bahan Baku

$$\mu_{Bb\ SEDIKIT}(z) = \begin{cases} 1 & ; z \leq 4.400 \\ \frac{4.675 - z}{4.675 - 4.400} & ; 4.400 \leq z \leq 4.675 \\ 0 & ; z \geq 4.675 \end{cases}$$

$$\mu_{Bb\ SEDANG}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \leq 4.400 \text{ atau } z \geq 4.950 \\ \frac{z - 4.400}{4.675 - 4.400} & ; 4.400 \leq z \leq 4.675 \\ \frac{4.950 - z}{4.950 - 4.675} & ; 4.675 \leq z \leq 4.950 \end{cases}$$

$$\mu_{Bb\ BANYAK}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \leq 4.675 \\ \frac{z - 4.675}{4.950 - 4.675} & ; 4.675 \leq z \leq 4.950 \\ 1 & ; z \geq 4.950 \end{cases}$$

d. Produksi (p), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Berkurang, Sedang dan Bertambah. Fungsi keanggotaan untuk variabel Produksi dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan dari Variabel Produksi

$$\mu_{Prod\ BERKURANG}(p) = \begin{cases} 1 & ; p \leq 18.920 \\ \frac{20.103 - p}{20.103 - 18.920} & ; 18.920 \leq p \leq 20.103 \\ 0 & ; p \geq 20.103 \end{cases}$$

$$\mu_{Prod\ SEDANG}(p) = \begin{cases} 1 & ; p \leq 18.920 \text{ atau } p \geq 21.285 \\ \frac{p - 18.920}{20.103 - 18.920} & ; 18.920 \leq p \leq 20.103 \\ \frac{21.285 - p}{21.285 - 20.103} & ; 20.103 \leq p \leq 21.285 \end{cases}$$

$$\mu_{Prod\ BERTAMBAH}(p) = \begin{cases} 0 & ; p \leq 20.103 \\ \frac{p - 20.103}{21.285 - 20.103} & ; 20.103 \leq p \leq 21.285 \\ 1 & ; p \geq 21.285 \end{cases}$$

Berikut adalah penyelesaian menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto.

1. Permasalahan pada bulan Januari tahun 2017:

2018	80				8
Juli 2018	23.0 15	3.310	4.950	21.285	21.09 1
Agust 2018	21.4 60	2.675	4.750	20.425	20.57 3
Sep 2018	21.8 70	2.450	4.600	19.780	19.64 5
Okt 2018	22.9 90	2.985	4.900	21.070	20.88 3
Nov 2018	21.1 50	2.655	4.700	20.210	20.60 0
Des 2018	20.9 80	2.400	4.600	19.780	19.63 7

Sumber: IRT Simpang Pulau Bangkinang

Nilai Kebenaran Jumlah Produksi Metode Fuzzy Tsukamoto

Hasil produksi tahu dengan menerapkan metode *fuzzy* Tsukamoto dapat dibandingkan dengan produksi tahu Industri Rumah Tangga Simpang Pulau menggunakan persentase rata-rata atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{24} |P_i - \hat{P}_i|}{n} \times 100\% = 1,084728 \%$$

Selanjutnya, untuk memperoleh tingkat keakuratan dari metode *fuzzy* Tsukamoto dapat dilihat sebagai berikut:

$$100\% - 1,084728\% = 98,91\%$$

sehingga didapat hasil prediksi jumlah produksi tahu menggunakan perhitungan rata-rata persentase kesalahan dari metode *fuzzy* Tsukamoto adalah 1,09%. Sedangkan tingkat kebenaran dari hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto sebesar 98,91%. Nilai MAPE yang diperoleh <10%, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kebenaran jumlah produksi tahu menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto sangatlah baik.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa metode *fuzzy* Tsukamoto dapat diterapkan untuk menentukan jumlah produksi optimum berdasarkan jumlah permintaan, jumlah persediaan dan jumlah bahan baku. Bulan Juli 2017 jumlah produksi tahu menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto lebih kecil dibandingkan dengan jumlah produksi pada Industri Rumah Tangga Simpang Pulau. Pada bulan Januari 2017 jumlah produksi tahu menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto lebih besar dibandingkan dengan jumlah produksi pada industri rumah tangga Simpang Pulau. Adapun nilai kebenaran peramalan tersebut sebesar 98,91% atau

dengan kata lain nilai *MAPE* yang diperoleh <10%. Artinya, optimalisasi jumlah tahu yang diproduksi menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto sangatlah baik.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini. Khususnya kepada pemilik dan pekerja Industri Rumah Tangga Simpang Pulau Bangkinang.

Daftar Pustaka

- [1] Frans, Susilo SJ. (2003). *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [3] Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Kusumadewi, Sri dan Hartati, Sri. (2006). *Neuro Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syarat*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Rahmawati, dkk. (2018). Menentukan Jumlah Pasokan Komoditas Pangan di Provinsi Riau Berdasarkan *Fuzzy Inference System* dengan Metode *Fuzzy* Tsukamoto. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*. Vol. 15. No. 2, 106-110.
- [6] Suardika, Komang Wahyudi, dkk. (2018). Perbandingan Metode Tsukamoto, Metode Mamdani dan Metode Sugeno Untuk Menentukan Produksi. *Dupa.E-Jurnal Matematika*. Vol 7 (2), 181-183.
- [7] Surbakti, Ria Rahmadita dan Sinaga, Marlina Setia. (2016). Penerapan *Fuzzy* Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Data Persediaan dan Permintaan. *E-Jurnal Matematika*. Vol. 4, 1-2.
- [8] S.Yurida, dkk. (2017). Analisis Perbandingan Harga Mobil Bekas Menggunakan Metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani Dan Tsukamoto. *E-Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika*. Vol. 1, 41-46.
- [9] Ula, Mutammimul. (2016). Implementasi Logika *Fuzzy* dalam Optimasi Jumlah Penggadaan Barang Menggunakan Metode Tsukamoto. *E-Jurnal ECOTIPE*. Vol. 1, No. 2, 39-41.