

APLIKASI LOGIKA FUZZY DALAM MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI ES BATU BALOK BERDASARKAN DATA PERMINTAAN DAN DATA PERSEDIAAN

Angga Wahyuni Gafar*, Elin Herlinawati

Program Studi Matematika, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

*Penulis korespondensi: anggawahyuni872@gmail.com

ABSTRAK

Penentuan jumlah produksi suatu barang adalah salah satu komponen penting dalam membuat suatu perencanaan dimasa yang akan datang. Dalam menentukan jumlah produksi suatu barang pada periode selanjutnya, diperlukan data dari jumlah permintaan dan persediaan dari periode sebelumnya. Jumlah permintaan yang berubah-ubah setiap periodenya menyebabkan ketidakpastian dalam menentukan jumlah produksi barang tersebut. Oleh karena itu diperlukan metode khusus untuk menentukan jumlah produksi suatu barang, salah satunya adalah dengan memanfaatkan Logika fuzzy khususnya metode Tsukamoto dalam menentukan produksi es batu balok. Hasil yang diperoleh produksi es batu balok berada pada rentang 60 sampai dengan 70,2. Dengan nilai galat MAPE sebesar 0,016521%.

Kata Kunci: Himpunan fuzzy, Metode Tsukamoto, Permintaan, Persediaan, Produksi.

1 PENDAHULUAN

Dalam industri perikanan, es batu balok berperan untuk mempertahankan kesegaran ikan di pasar ikan sehingga ikan-ikan yang dihasilkan memiliki nilai jual yang tinggi. Pada tahun 2018, produksi perikanan di Kabupaten Indragiri Hilir mencapai 58.361 ton dan Kecamatan Concong Luar menyumbang sebanyak 25% dari total produksi (Adi *et al.*, 2019). Oleh karena itu, kebutuhan es batu balok di pasar ikan di daerah Concong Luar tergolong tinggi. Melihat peluang tersebut, usaha produksi es batu balok AWG menjadi salah satu pemasok es batu balok untuk memenuhi kebutuhan es batu balok di pasar ikan di Kecamatan Concong Luar, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau.

Permintaan es batu balok menjadi salah satu faktor banyaknya es batu balok yang harus diproduksi. Hal ini juga berkaitan dengan jumlah persediaan es batu balok di tempat usaha sehingga produksi yang dilakukan dapat memenuhi permintaan pasar dan tidak menimbulkan kerugian. Untuk mengoptimalkan jumlah produksi es batu balok, perlu di gunakan metode yang sesuai agar hasil diperoleh dapat memberikan keuntungan yang optimal. Salah satu metode yang dapat memberikan keuntungan yang optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan logika fuzzy untuk menentukan jumlah produksi es batu balok.

Logika fuzzy (khususnya fuzzzyset) pertama kali diperkenalkan oleh Prof.Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 (Nasution, 2012). Ide dasar *Fuzzy Set* adalah *inclusion, union, intersection, complement, relation, and convexity*. Integrasi logika fuzzy dapat menghasilkan aplikasi keputusan yang lebih fleksibel dan canggih dibandingkan sistem yang lainnya (Sujarwata, 2018; Nasution, 2012). Selain itu, logika fuzzy sangat fleksibel dan mudah dimengerti untuk dipraktekkan, mampu memodelkan fungsi-fungsi non-linear yang sangat kompleks, memiliki toeransi terhadap data-data yang tidak jelas, dapat bekerja sama dengan Teknik-teknik kendali secara konvensional, dapat

membangun dan mengalokasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa melalui sebuah penelitian, dan didasarkan pada bahasa alami (Sujarwata, 2018).

Didalam logika fuzzy terdapat 3 metode untuk menyelesaikan suatu masalah yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno. Pertama, Metode Tsukamoto merupakan metode yang memiliki toleransi pada data dan bersifat fleksibel. Metode ini dapat menyelesaikan masalah pengambilan keputusan yang menggunakan beberapa kriteria (Ragestu & Sibarani, 2020). Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot (Kusumadewi & Purnomo, 2004). Kedua, metode Mamdani atau metode Max-Min. untuk memperoleh output, diperlukan beberapa tahapan, yaitu pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, komposisi urutan dan defuzzifikasi. Ketiga, metode Sugeno yaitu metode yang hampir mirip dengan metode Mamdani hanya saja sistemnya tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berbentuk konstanta atau persamaan linier. Dari ketiga metode tersebut metode Tsukamoto yang dipilih untuk menentukan jumlah produksi suatu barang karena metode ini mudah dipahami dan bisa menggunakan data yang tidak stagnan seperti data permintaan dan data persediaan yang bersifat fleksibel.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode fuzzy Tsukamoto banyak digunakan untuk menentukan jumlah suatu produk. Surbakti dan Sinaga (2016) menggunakan Fuzzy Tsukamoto dalam menentukan jumlah produksi makanan jenis ABC selama 1 bulan berdasarkan data permintaan dan data persediaan. Basriati *et al.* (2020) menerapkan metode fuzzy Tsukamoto dalam menentukan Jumlah Produksi Tahu. Selain itu, Ula (2016) mengimplementasi logika fuzzy khususnya metode Tsukamoto dalam Optimasi Jumlah Pengadaan *Barang* di Toko Kain My Text, Maryaningsih *et al.* (2013) juga menggunakan Metode logika fuzzy Tsukamoto dalam sistem pengambilan keputusan penerimaan beasiswa dan Toyib *et al.* (2018) menerapkan Metode fuzzy Tsukamoto pada penilaian mutu air mineral di Bengkulu. Berdasarkan hal tersebut, penelitian bertujuan untuk untuk menentukan jumlah produksi es batu balok berdasarkan data permintaan dan data persediaan yang memanfaatkan logika fuzzy khususnya metode Tsukamoto.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data produksi usaha es batu balok AWG di Concong Luar, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau, selama 10 hari mulai tanggal 18 November 2023 hingga 27 November 2023. Data ini berisi data permintaan, data persediaan, dan data produksi.

Tabel 1. Data Es Batu Balok AWG

Tanggal	Permintaan	Persediaan	Produksi
18 November 2023	75	50	75
19 November 2023	85	70	70
20 November 2023	50	65	65
21 November 2023	50	50	60
22 November 2023	100	65	70
23 November 2023	85	75	75
24 November 2023	80	60	65
25 November 2023	65	50	70
26 November 2023	75	50	65
27 November 2023	100	55	75

2.2 Himpunan fuzzy

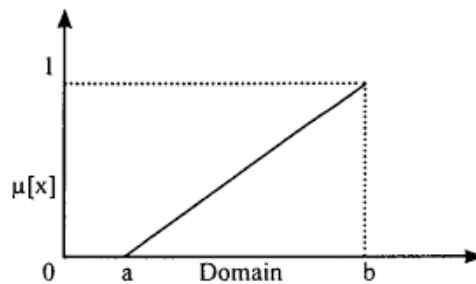
Himpunan adalah suatu kumpulan atau koleksi objek-objek yang mempunyai kesamaan sifat tertentu. Himpunan fuzzy adalah sebuah himpunan yang di dalamnya terdapat elemen yang mempunyai dimana derajat keanggotaan yang berbeda-beda. Himpunan fuzzy memiliki nilai keanggotaan yang terletak pada rentang 0 sampai 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 (Susilo SJ, 2003).

2.3 Fungsi Keanggotaan

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010) 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. Ada beberapa fungsi representasi yang sering digunakan yaitu:

a. Fungsi representasi linier

Yaitu fungsi Dimana pemetaan input ke derajat keanggotaanya digambarkan sebagai garis yang lurus. Bentuk representasi paling sederhana dan yang baik untuk mendekati konsep yang kurang jelas.



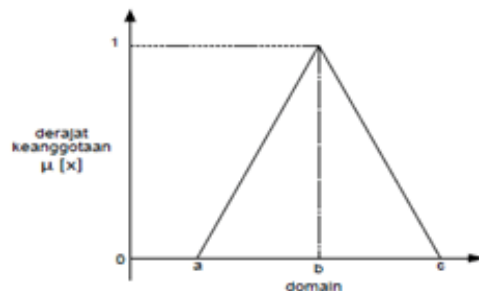
Gambar 1. Kurva Linier

Fungsi keanggotaanya:

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

b. Fungsi representasi kurva segitiga

Yaitu fungsi Dimana pemetaan input ke derajat keanggotaanya digambarkan dari gabungan 2 garis linier.



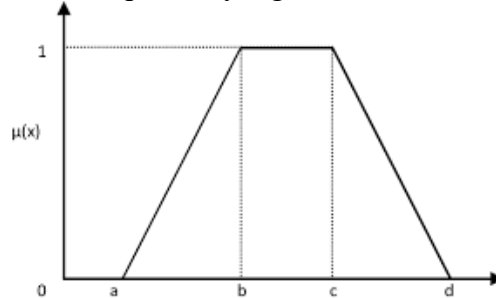
Gambar 2. Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaanya:

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

c. Fungsi representasi trapezium

Yaitu fungsi Dimana pemetaan input ke derajat keanggotaanya digambarkan seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



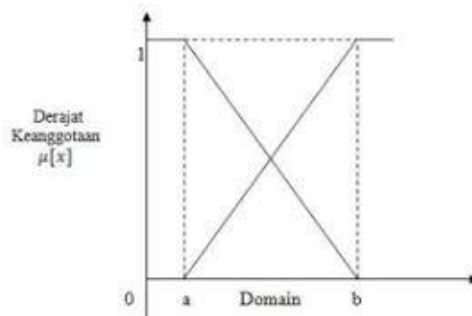
Gambar 3. Kurva Trapezium

Fungsi keanggotaanya:

$$\mu(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases}$$

d. Fungsi representasi bentuk bahu

Yaitu fungsi Dimana pemetaan input ke derajat keanggotaanya digambarkan seperti daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variable dalam bentuk segitiga, tetapi disisi lain dari variable terkadang mengalami suatu perubahan.



Gambar 4. Kurva Bahu

Fungsi keanggotaanya:

$$\mu(x, a, b) = \begin{cases} 0; & x \leq b \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq a \\ 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

2.4 Operator dasar fuzzy

Operator dasar fuzzy terdiri dari 3 operator dasar (Kusumadewi dan Purnomo, 2004) yaitu:

a. Operator AND

Operator ini berkaitan dengan operasi interseksi pada himpunan. α – *predikat* sebagai hasil operasi dengan operator AND yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

b. Operator OR

Operator ini berkaitan dengan operasi union pada himpunan. α – *predikat* sebagai hasil operasi dengan operator OR yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

c. Operator NOT

Operator ini berkaitan dengan operasi komplemen pada himpunan. α – *predikat* sebagai hasil operasi dengan operator NOT yang diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

2.5 Metode Tsukamoto

Terdapat 4 tahapan dalam menyelesaikan masalah dengan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto:

a. Menentukan Fuzzifikasi

Menentukan semua variable yang terkait dalam proses fuzzy yang ditentukan tersebut, untuk masing-masing variable input, tentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai.

b. Membentuk aturan fuzzy

Pembentukan aturan fuzzy untuk memperoleh relasi yang tepat berdasarkan variable input dan variable output. Aturan fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini adalah aturan “jika-maka” dengan operator antara variable yaitu operator “dan/And”. Pernyataan yang mengikuti “jika” disebut sebagai antisiden dan pernyataan yang mengikuti “dan” disebut sebagai konsekuen.

$$\text{jika}(\alpha_1 \text{ adalah } A_1) \cap \dots \cap (\alpha_n \text{ adalah } A_n) \text{ maka } (b \text{ adalah } k)$$

c. Analisis logika fuzzy

Setiap aturan yang dibentuk merupakan sebuah implikasi. Pada metode Tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi implikasi Min Dimana fungsi ini mengambil data terkecil masing-masing elemen pada himpunan fuzzy tersebut.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x_i), \mu_B(y_i))$$

d. Melakukan defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi pada metode Tsukamoto ini menggunakan metode rata-rata terpusat (average) yaitu

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

dengan:

p : variabel output

α_i : nilai α – predikat

p_i : nilai variabel output

2.6 Galat Peramalan

Untuk mengukur suatu data itu akurat memerlukan suatu metode pengukuran yaitu menggunakan ukuran *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) yaitu:

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

dengan:

p_i : nilai data asli ke – i

\hat{p}_i : nilai prediksi ke – i

n : jumlah data

Dengan Tingkat keakuratannya = $100\% - MAPE$. Nilai *MAPE* memiliki kriteria (Chang, Wang & Liu, 2007) yaitu:

- < 10% (sangat baik)
- 10% – 20% (baik)
- 20% – 50% (cukup)
- > 50% (buruk)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini terdapat tiga variable, yaitu dua variabel input dan satu variabel output. Dari variable input dibentuk himpunan fuzzy yaitu:

- Variabel permintaan terdiri dari himpunan fuzzy naik dan turun
- Variabel persediaan terdiri dari himpunan fuzzy banyak dan sedikit

Sedangkan dari variabel output yang dibentuk himpunan fuzzy yaitu:

Variabel produksi terdiri dari himpunan fuzzy bertambah dan berkurang

Berdasarkan dua variable diatas ditetapkan 4 aturan fuzzy berdasarkan analisis data dan batas-batas himpunan fuzzy tersebut yaitu:

[R₁] If Permintaan NAIK dan Persediaan BANYAK then jumlah produksi BERTAMBAH

[R₂] If Permintaan NAIK dan Persediaan SEDIKIT then jumlah produksi BERTAMBAH

[R₃] If Permintaan TURUN dan Persediaan BANYAK then jumlah produksi BERKURANG

[R₄] If Permintaan TURUN dan Persediaan SEDIKIT then jumlah produksi BERKURANG

Ada 3 variabel fuzzy yang dikelompokkan kedalam fungsi keanggotaan yaitu:

- Permintaan/Pmt (x), terdiri atas himpunan fuzzy naik dan turun. Fungsi keanggotaannya yaitu:

$$\mu_{PmtNAIK}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{50}; & 50 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{PmtTURUN}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 50 \\ \frac{100-x}{50}; & 50 \leq x \leq 100 \\ 0; & x \geq 100 \end{cases}$$

Nilai keanggotaanya yaitu:

$$\mu_{PmtNAIK}[75] = \frac{75-50}{50} = \frac{25}{50} = 0,5$$

$$\mu_{PmtTURUN}[75] = \frac{100-75}{50} = \frac{25}{50} = 0,5$$

- b. Persediaan/Psd (y), terdiri atas himpunan fuzzy banyak dan sedikit. Fungsi keanggotaanya yaitu:

$$\mu_{PsdBANYAK}[y] = \begin{cases} 0; & y \leq 50 \\ \frac{y-50}{25}; & 50 \leq y \leq 75 \\ 1; & y \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{PsdSEDIKIT}[y] = \begin{cases} 1; & y \leq 50 \\ \frac{75-y}{25}; & 50 \leq y \leq 75 \\ 0; & y \geq 75 \end{cases}$$

Nilai keanggotaanya yaitu:

$$\mu_{PsdBANYAK}[50] = \frac{50-50}{25} = 0$$

$$\mu_{PsdSEDIKIT}[50] = \frac{75-50}{25} = 1$$

- c. Produksi/Prod (p), terdiri atas himpunan fuzzy bertambah dan berkurang. Fungsi keanggotaanya yaitu:

$$\mu_{ProdBERTAMBAH}[p] = \begin{cases} 0; & p \leq 60 \\ \frac{p-60}{15}; & 60 \leq p \leq 75 \\ 1; & p \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{ProdBERKURANG}[p] = \begin{cases} 1; & p \leq 60 \\ \frac{75-p}{15}; & 60 \leq p \leq 75 \\ 0; & p \geq 75 \end{cases}$$

Lalu kita lakukan inferensi untuk mencari α -predikat dengan menggunakan persamaan AND yaitu:

[R₁] If Permintaan NAIK dan Persediaan BANYAK then jumlah produksi BERTAMBAH

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \mu_{PmtNAIK} \cap \mu_{PsdBANYAK} \\ &= \min(\mu_{PmtNAIK}[75], \mu_{PsdBANYAK}[50]) \\ &= \min(0,5; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi bertambah, maka nilai p_1 adalah:

$$\frac{p_1 - 60}{15} = 0 \leftrightarrow p_1 = 60$$

[R₂] If Permintaan NAIK dan Persediaan SEDIKIT then jumlah produksi BERTAMBAH

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \mu_{PmtNAIK} \cap \mu_{PsdSEDIKIT} \\ &= \min(\mu_{PmtNAIK}[75], \mu_{PsdSEDIKIT}[50]) \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi bertambah, maka nilai p_2 adalah:

$$\frac{p_2 - 60}{15} = 0,5 \leftrightarrow p_2 = 67,5$$

[R₃] If Permintaan TURUN dan Persediaan BANYAK then jumlah produksi BERKURANG

$$\begin{aligned}\alpha_3 &= \mu_{PmtTURUN} \cap \mu_{PsdBANYAK} \\ &= \min(\mu_{PmtTURUN}[75], \mu_{PsdBANYAK}[50]) \\ &= \min(0,5; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi berkurang, maka nilai p_3 adalah:

$$\frac{75 - p_3}{15} = 0 \leftrightarrow p_3 = 75$$

[R₄] If Permintaan TURUN dan Persediaan SEDIKIT then jumlah produksi BERKURANG

$$\begin{aligned}\alpha_4 &= \mu_{PmtTURUN} \cap \mu_{PsdSEDIKIT} \\ &= \min(\mu_{PmtTURUN}[75], \mu_{PsdSEDIKIT}[50]) \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi berkurang, maka nilai p_4 adalah:

$$\frac{75 - p_4}{15} = 0,5 \leftrightarrow p_4 = 67,5$$

Lalu dilakukan defuzzifikasi dimana pada metode Tsukamoto menggunakan defuzzifikasi rata-rata terpusat yaitu:

$$p = \frac{\alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2 + \alpha_3 p_3 + \alpha_4 p_4}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} = \frac{(0)(60) + (0,5)(67,5) + (0)(75) + (0,5)(67,5)}{0 + 0,5 + 0 + 0,5} = 67,5$$

Berdasarkan perhitungan diatas jumlah produksi es batu balok dengan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto pada tanggal 18 November 2023 adalah sebanyak 67,5 atau 68.

Berikut hasil perhitungan metode fuzzy Tsukamoto untuk hari selanjutnya sehingga diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Produksi Es Batu Balok menggunakan Metode Tsukamoto

Tanggal	Permintaan	Persediaan	Produksi	Hasil Fuzzy Tsukamoto
18 November 2023	75	50	75	67,5
19 November 2023	85	70	70	69,64
20 November 2023	50	65	65	67,2
21 November 2023	50	50	60	60
22 November 2023	100	65	70	67,8
23 November 2023	85	75	75	70,5
24 November 2023	80	60	65	68,3
25 November 2023	65	50	70	64,5
26 November 2023	75	50	65	67,5
27 November 2023	100	55	75	70,2

Hasil produksi es batu balok dengan metode Tsukamoto dapat dibandingkan dengan jumlah produksi es batu balok AWG di Concong Luar dengan menggunakan ukuran *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*), yaitu:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{10} |p_i - \hat{p}_i|}{n} \cdot 100\% = \frac{1,14}{690} \cdot 100\% = 0,016521\%$$

Dengan Tingkat akurasi : $100\% - 0,016521\% = 99,983479\%$. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh prediksi jumlah produksi es batu balok dengan metode fuzzy Tsukamoto dengan ukuran *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) adalah 0,016521% dan tingkat kebenaran adalah 99,983479%.

4 SIMPULAN

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa metode Tsukamoto dapat digunakan untuk menentukan jumlah optimum suatu barang berdasarkan data permintaan dan data persediaan Dimana jumlah produksi es batu balok dengan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto pada tanggal 18 November 2023 lebih besar dari pada jumlah produksi es batu balok AWG di Concong Luar pada tanggal yang sama. Adapun Tingkat kebenaran data peramalan tersebut adalah 99,983479% dengan nilai *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 0,016521%. Dengan kata lain jumlah produksi es batu balok dengan metode fuzzy Tsukamoto dikategorikan sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, C.P., Yani, A. H., & Zain, J. (2019). Study Of Utilization Of Fish Landing Facilities Karya Baru And Robin In Concong Luar Sub-District, Concong District, Indragiri Hilir Regency, Riau Province. *JOM Bidang Perikanan Dan Kelautan, Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan/Perairan*, 6(2), 1-13.
- Basriati, Sri., Safitri, Elfira,. & Nofridayani, Putri. (2020). Penerapan *Fuzzy* Tsukamoto dalam menentukan Jumlah Produksi Tahu. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*. Vol. 18 (1).

- Chang, P.C., Wang, Y.W., & Liu, C.H., (2007), The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting, *Expert Systems with Applications*, **32**: 86-96.
- Frans, Susilo SJ. (2003). *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri., & Purnomo, Hari. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri., & Purnomo, Hari. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Maryaningsih, Siswanto,. & Mesterjon. (2013). Metode Logika Fuzzy Tsukamoto dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa. *Jurnal Media Infotama*, 9(1).
- Nasution, Helfi. (2012). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *Jurnal ELKHA*, 4(2), 4-8.
- Ragestu, F.D., & Sibarani, A.J.P. (2020). Penerapan Metode fuzzy tsukamoto dalam pemilihan siswa teladan di sekolah. *TEKNIKA*, 9(1), 9-15.
- Sujarwata. (2018). *Sistem Fuzzy dan Aplikasinya*. Deepublish: Yogyakarta.
- Surbakti, Ria Ramadita,. & Sinaga, Marlina Setia. (2016). Penerapan Fuzzy Tsukamoto dalam menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Data Persediaan dan Permintaan. *E-Jurnal Matematika*. Vol. 4,1-2.
- Toyib, Rozali., Darnita, Yulia., & Hidayat, Rizki. (2018). Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto pada Penilaian Mutu Air Mineral (Studi Kasus Air PDAM Kota Bengkulu). *Jurnal Media Infotama*, 14(1).
- Ula, Mutammimul. (2016). Implementasi Logika Fuzzy dalam Optimasi Jumlah Penggadaan Barang Menggunakan Metode Tsukamoto. *E-Jurnal ECOTIPE*. 1(2), 39-41.