

Penerapan Logika Fuzzy Dalam Memperkirakan Jumlah Produksi Telur Terhadap Permintaan Pasar

Anindita Nurizza Masquitasari Yusuf, Edy Widayat, Ahmad Hatip

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), Universitas Dr. Soetomo Surabaya

ahmad.hatip@unitomo.ac.id

Abstract

The longer the population in Indonesia is growing, and making the number of egg demand also increases. Increasing demand to make a farm and egg distributor that is UD. Junjong Drajat in Bendiljet Orchard, Karangtalun Village, Kalidawir Subdistrict, Tulungagung District, there is often a problem in the supply of eggs due to poor inventory system and inaccurate determination of inventory. To solve the problem we require a system that can estimate the amount of egg production to be marketed on demand is using Fuzzy Logic Sugeno Method, because Sugeno method is able to classify data and customize with other data. The demand data patterns are trendy and seasonal so we use the Triple Exponential Smoothing Additive Seasonal Method to predict the number of requests. The calculation results obtained forecasting the number of requests for April 30 to May 6, 2018 is 124.784 kg, with parameters $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,1$ and $\gamma = 0,3$ has a MAPE (Mean Absolute Percentage Error) value of 26,57% Which is sufficient. For an estimated production amount using the Sugeno method of 87.800 kg (Toolbox Matlab), with a total inventory inventory of 79,200 kg.

Keywords : *Exponential Smoothing, Fuzzy Logic, Demand of goods, Production of goods*

1 Pendahuluan

Telur merupakan produk peternakan dan sumber protein hewani yang paling umum dikonsumsi oleh masyarakat. Namun, semakin lama penduduk di Indonesia semakin bertambah, dan membuat jumlah permintaan telur juga ikut bertambah.

Menurut hasil pengamatan peneliti pada UD. Junjong Drajat di Dusun Bendiljet, Desa Karangtalun, Kecamatan Kalidawir, Kabupaten Tulungagung, sering terjadi masalah dalam penyediaan telur karena jumlah telur yang akan dipasarkan tidak sesuai dengan jumlah permintaan, sehingga hal ini sering menyebabkan kerugian.

Jadi, diperlukan suatu sistem yang dapat memperkirakan jumlah produksi telur yang akan dipasarkan sesuai permintaan dengan suatu metode tertentu. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam memperkirakan jumlah produksi telur adalah dengan menggunakan logika *fuzzy*.

Peneliti menggunakan logika *fuzzy* metode Sugeno untuk memperkirakan jumlah produksi telur, karena mampu mengelompokkan data dan menyesuaikan dengan data yang lainnya. Selain itu konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana serta mudah dimengerti sehingga tidak terlalu rumit untuk diterapkan pada permasalahan optimasi barang dengan data yang menunjukkan adanya *trend* dan bersifat musiman.

Peneliti juga menggunakan Pemulusan Eksponensial *Tripel Holt-Winters* Metode Penjumlahan, untuk memprediksi permintaan pasar kedepan, karena data bersifat *trend* dan musiman sehingga metode ini lebih cocok untuk mengatasi data yang mengandung pola *trend* sekaligus musiman.

1.1 Permasalahan

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimanakah prediksi permintaan pasar dengan menggunakan metode Pemulusan Eksponensial *Tripel Holt-Winters*, bagaimanakah penerapan Logika *fuzzy* metode Sugeno dalam memperkirakan produksi telur terhadap prediksi permintaan pasar dan bagaimanakah prediksi permintaan pasar dan perkiraan produksi telur terhadap prediksi permintaan pasar untuk satu tahun mendatang.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi jumlah permintaan telur menggunakan metode Pemulusan Eksponensial *Tripel Holt-Winters* yang akan dipasarkan, menerapkan Logika *Fuzzy* metode Sugeno dalam

memperkirakan jumlah telur dengan menggunakan logika *fuzzy* metode Sugeno terhadap prediksi permintaan pasar dan memprediksi permintaan pasar dan perkiraan produksi telur terhadap prediksi permintaan pasar untuk satu tahun mendatang. Peramalan khusus dilakukan di bulan April 2018 karena di Bulan April 2018 adalah masa hari raya Idul Fitri, yang mana permintaan akan telur sangatlah besar untuk kebutuhan konsumsi masyarakat.

1.3 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mengetahui prediksi jumlah permintaan telur yang akan dipasarkan untuk satu minggu kedepan, menggunakan metode Pemulusan Eksponensial Tripel Holt-Winters, mengetahui perkiraan jumlah produksi telur untuk satu minggu kedepan, menggunakan Logika *Fuzzy* khususnya metode Sugeno dan mengetahui prediksi jumlah permintaan pasar menggunakan metode Pemulusan Eksponensial Tripel Holt-Winters, dan mengetahui perkiraan jumlah produksi telur terhadap prediksi permintaan pasar menggunakan Logika *fuzzy* metode Sugeno, untuk satu tahun mendatang.

1.4 Tinjauan Pustaka

Peramalan (*Forecasting*)

Forecasting adalah peramalan (perkiraan) mengenai sesuatu yang akan terjadi pada waktu yang akan datang [5]. Menurut sifatnya, teknik peramalan terbagi menjadi dua jenis yaitu teknik kualitatif dan teknik kuantitatif. Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua tipe, *causal* dan *time series*. Peramalan *time series* merupakan metode kuantitatif untuk menganalisis data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur menggunakan teknik yang tepat. Hasilnya dapat dijadikan acuan untuk peramalan nilai di masa yang akan datang (Makridakis, 1999:8 dalam [4]).

Pola Data

Menurut Lili Monika (2016 : 9–11), Hal penting yang harus diperhatikan dalam metode deret berkala adalah menentukan jenis pola dan historisnya, sehingga pola data yang tepat dengan pola data tersebut dapat diuji, pola data umumnya dapat dibedakan sebagai berikut :

- A. Pola *Horizontal*
- B. Pola Musiman
- C. Pola Siklis
- D. Pola *Trend*

Metode Pemulusan Eksponensial Tripel

Metode Pemulusan Eksponensial Tripel (Metode Holt-Winters) sering disebut metode pemulusan eksponensial yang melakukan pendekatan [6]. Metode ini terbagi menjadi dua bagian yakni :

A. Metode Pemulusan Eksponensial Holt-Winters dengan Metode Perkalian Musiman (*Multiplicative Seasonal Method*)

Pemulusan Keseluruhan

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1.1)$$

Pemulusan Trend

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (1.2)$$

Pemulusan Musiman

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (1.3)$$

Ramalan

$$F_{t+m} = (S_t + mb_t)I_{t-L+m} \quad (1.4)$$

Menentukan nilai awal pemulusan

$$S_L = \frac{1}{L}(X_1 + X_2 + \dots + X_L) \quad (1.5)$$

$$b_L = \frac{1}{L} \left(\frac{(X_{L+1} - X_1) + (X_{L+2} - X_2) + \dots + (X_{L+L} - X_L)}{L} \right) \quad (1.6)$$

$$I_K = \frac{X_K}{S_L} \quad (1.7)$$

B. Metode Pemulusan Eksponensial Holt-Winters dengan Metode Penambahan Musiman (*Additive Seasonal Method*)

Pemulusan Keseluruhan

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1.8)$$

Pemulusan Trend

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (1.9)$$

Pemulusan Musiman

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (1.10)$$

Ramalan

$$F_{t+m} = S_t + mb_t + I_{t-L+m} \quad (1.11)$$

Menentukan nilai awal pemulusan

$$S_L = \frac{1}{L}(X_1 + X_2 + \dots + X_L) \quad (1.12)$$

$$b_L = \frac{1}{L} \left(\frac{(X_{L+1} - X_1) + (X_{L+2} - X_2) + \dots + (X_{L+L} - X_L)}{L} \right) \quad (1.13)$$

$$I_K = X_K - S_L \quad (1.14)$$

Makna simbol :

- X_t = nilai aktual pada periode ke – t
- α = konstanta penghalusan untuk data ($0 < \alpha < 1$)
- β = konstanta penghalusan untuk trend ($0 < \beta < 1$)
- γ = konstanta penghalusan untuk musiman ($0 < \gamma < 1$)
- S_t = nilai pemulusan awal
- b_t = konstanta pemulusan
- I = faktor penyesuaian musiman
- L = panjang musiman
- F_{t+m} = ramalan untuk m periode ke depan dari t

Ukuran Akurasi Peramalan

Menurut [8] model yang memiliki nilai kesalahan hasil peramalan terkecil yang akan dianggap sebagai model yang cocok, yaitu :

A. Mean Squared Error (MSE)

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - F_i)^2 \quad (1.15)$$

$$MSE = \frac{SSE}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - F_i)^2}{n} \quad (1.16)$$

Dengan X_i adalah hasil sebenarnya di bulan/tahun sebelumnya dan F_i adalah nilai peramalan jumlah permintaan

B. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Semakin kecil nilai MAPE yang didapat maka hasil ramalan tersebut semakin baik. Kriteria / kategori nilai MAPE (Chang, Wang & Liu, 2007 dalam [1]) :

- < 10 % = Kemampuan peramalan sangat baik
- 10 % - 20% = Kemampuan peramalan baik
- 20 % - 50 % = Kemampuan peramalan cukup
- > 50 % = Kemampuan peramalan buruk

Namun, model yang tepat adalah model yang memiliki nilai MAPE sekitar 0 % - 30 %. (Makridakis dalam [2])

Jadi, dapat disimpulkan nilai MAPE minimal cukup dan maksimal 30% untuk dijadikan sebagai *input* dari metode *Fuzzy*.

Dirumuskan sebagai berikut :

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) (100) \quad (1.17)$$

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|PE_t|}{n} \quad (1.18)$$

Logika *Fuzzy*

A. Himpunan *Fuzzy*

Konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan pada 1965 oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh, seorang guru besar *University of California USA*. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kumpulan yang mewakili suatu kondisi atau keadaan

tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. (Kusumadewi, 2002;21). Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu *linguistik* dan *numeris*.

B. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan diantaranya ([3]) :

- 1) Representasi Linear
- 2) Representasi Kurva Segitiga
- 3) Representasi Kurva Trapesium
- 4) Representasi Kurva Bahu

C. Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika *fuzzy*. Dalam penelitian ini akan menggunakan metode Sugeno. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Untuk mendapatkan *output* (hasil), diperlukan 4 tahapan [7] :

- 1) Pembentukan himpunan *fuzzy*

Baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Dipergunakan untuk mengubah data masukkan tegas kedalam bentuk derajat keanggotaan.

- 2) Aplikasi fungsi implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan untuk tiap – tiap aturan adalah fungsi *min*.

$$\mu(x_i) = \min(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (1.19)$$

Dengan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke – i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke – i

Aturan-aturan yang mungkin dan sesuai dengan fungsi implikasi ada 4 aturan (Solikin, F, 2011:63), yaitu :

[R.1] JIKA permintaan TURUN dan persediaan BANYAK, MAKA

$$(Z_1) \text{ Produksi Barang} = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} \quad (1.20)$$

[R.2] JIKA permintaan TURUN dan persediaan SEDIKIT, MAKA

$$(Z_2) \text{ Produksi Barang} = \text{Permintaan} \quad (1.21)$$

[R.3] JIKA permintaan NAIK dan persediaan BANYAK, MAKA

$$(Z_3) \text{ Produksi Barang} = \text{Permintaan} \quad (1.22)$$

[R.4] JIKA permintaan NAIK dan persediaan SEDIKIT, MAKA

$$(Z_4) \text{ Produksi Barang} = (1,25 \times \text{Permintaan}) - \text{Persediaan} \quad (1.23)$$

3) Komposisi aturan

Dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* metode Sugeno, menggunakan *Probabilistic OR* (probor). Rumus: [8]

$$z_i \cdot \mu_A(z_i) \quad (1.24)$$

Keterangan :

z_i = nilai keluaran pada aturan ke- i

$\mu_A(z_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke- i

4) Penegasan (*Defuzzifikasi*)

Untuk metode Sugeno dan metode Tsukamoto, secara umum untuk domain diskret dirumuskan (Solikin, F., 2011:42) :

$$z^* = \mu(z) = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \mu_A(z_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_A(z_i)} \quad (1.25)$$

Keterangan :

z^* = nilai hasil defuzzifikasi

$\mu_A(z)$ = fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy*

z = domain ke- i .

2 METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dan jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif.

2. 2 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer (observasi dan wawancara) dan data sekunder (dokumen data produksi, data permintaan dan data persediaan). Sumber data penelitian ini adalah pimpinan UD. Junjong Drajat.

2. 3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara, observasi (kondisi peternakan, pelaksanaan kerja, dll) dan dokumentasi (jumlah persediaan, produksi dan permintaan telur) dari tanggal 4 Januari 2016 – 30 April 2017.

2. 4 Tahap-tahap Penelitian

Pra Lapangan

- A. Menyusun rancangan penelitian berupa proposal
- B. Lapangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah UD. Junjong Drajat di Dsn. Bendiljet, Ds. Karangtalun, Kec. Kalidawir, Kab. Tulungagung.

Tahap Pengumpulan Data

- A. Menetapkan jenis dan jumlah data yang akan digunakan yaitu 3 data sekunder (data jumlah permintaan per minggu, jumlah persediaan per minggu dan jumlah produksi telur per minggu).
- B. Pengumpulan 3 data mingguan tersebut untuk satu tahun terakhir dalam hitungan berat (kg / kilogram)

Tahap Pengolahan Dan Perhitungan

- A. Peramalan jumlah permintaan telur (1 – 7 Mei 2017)
 - 1) Mengetahui pola data (menentukan pola data permintaan dengan pola data sementara)

- 2) Menentukan metode pemulusan eksponensial berdasarkan pola data
 - 3) Perhitungan peramalan jumlah permintaan (menggunakan Pemulusan Eksponensial Tripel Holt-Winters Metode Penjumlahan) menggunakan MSE hingga mendapatkan nilai kesalahan yang paling kecil.
 - 4) Menghitung *error* pada nilai peramalan dengan MAPE (minimal cukup untuk dijadikan sebagai *input* dari metode *Fuzzy*)
- B. Penentuan jumlah produk (dengan *input* berupa perkiraan jumlah permintaan dan jumlah persediaan) dalam menentukan jumlah produk (1 – 7 Mei 2017) menggunakan *Fuzzy* metode *Sugeno*. (Solikin, F, 2011 : 56)
- 1) Pembentukan himpunan *fuzzy*
 - 2) Aplikasi fungsi implikasi
 - 3) Komposisi aturan
 - 4) Penegasan (*Defuzzyfikasi*)
- C. Peramalan permintaan telur dan perkiraan produksi telur untuk tanggal 30 April – 6 Mei 2018. Untuk meramalkan permintaan telur untuk tanggal 30 April – 6 Mei 2018 diperlukan data pada bulan yang sama di tahun sebelumnya yaitu diambil data tanggal 1-7 Mei 2017.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Data sekunder yang didapat dari wawancara dan dokumen yang terkait dari UD. Junjong Drajat yaitu, data jumlah permintaan per minggu, jumlah persediaan per minggu dan jumlah produksi telur per minggu dalam satuan kg (kilogram) selama 1 tahun terakhir (Januari 2016 – April 2017), yang dimulai pada hari Senin.

Tabel 1. Data jumlah permintaan per minggu, jumlah persediaan per minggu dan jumlah produksi telur per minggu

Tanggal	Perm (kg)	Prod (kg)	Pers (kg)
4–10 Jan '16	63.252	75.873	1.650
11–17 Jan '16	71.200	67.695	14.271
18–24 Jan '16	79.857	75.382	10.234
25–31 Jan '16	59.471	67.537	5.759
1–7 Feb '16	84.450	86.989	13.825

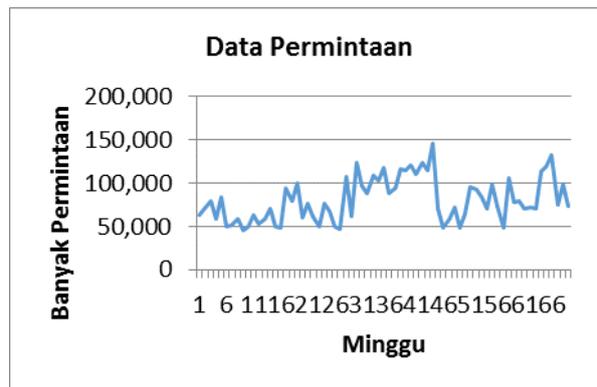
8–14 Feb '16	49.564	67.736	16.364
15–21 Feb '16	51.698	68.328	34.536
Tanggal	Perm (kg)	Prod (kg)	Pers (kg)
22–28 Feb '16	59.184	77.825	50.624
29 Fe–6 Ma'16	46.050	81.832	67.695
7–13 Mar '16	49.518	63.831	101.289
14–20 Mar '16	63.268	78.618	114.508
21–27 Mar '16	52.657	74.623	128.686
28 Ma–3 Ap'16	59.035	85.573	149.257
4–10 Apr '16	70.056	73.671	173.239
11–17 Apr '16	49.750	69.618	175.499
18–24 Apr '16	48.101	73.736	194.581
25 Ap–1 Me'16	93.668	87.431	219.012
2–8 Mei '16	78.917	86.397	210.948
9–15 Mei '16	99.990	85.831	218.428
16–22 Mei '16	60.014	81.432	203.355
23–29 Mei '16	76.279	86.325	222.849
30 Me–5 Jn '16	61.200	75.212	231.640
6–12 Jun '16	50.090	80.223	244.992
13–19 Jun '16	77.030	70.983	274.525
20–26 Jun '16	67.108	69.643	267.690
27Jun–3 Jul '16	50.346	69.378	269.099
4–10 Jul '16	46.400	67.123	288.131
11–17 Jul '16	106.883	87.429	308.036
18–24 Jul '16	62.170	68.228	287.957
25–31 Jul '16	124.190	87.369	291.894
1–7 Agst '16	96.806	81.835	255.073
8–14 Agst '16	88.734	77.285	231.783
15–21 Agst '16	109.541	78.768	213.168
22–28 Ags '16	103.077	78.635	182.395
29 Ag–4 Se '16	118.476	86.872	157.953
5–11 Sept '16	87.818	86.832	126.349

12–18 Sept '16	94.005	82.893	125.363
19–25 Sept '16	116.503	81.861	114.251
26 Se–2 Okt '16	114.550	87.328	79.609
3–9 Okt '16	121.000	69.383	50.737
10–16 Okt '16	110.400	72.992	4.070
17–23 Okt '16	124.270	87.375	6.262
24–30 Okt '16	114.270	84.979	4.017
31 Okt–6 Nv'16	145.886	84.137	4.426
7–13 Nov '16	69.909	80.328	2.077
14–20 Nov '16	48.885	81.832	11.121
21–27 Nov '16	59.295	87.434	42.918
28 Nv–4 De '16	72.518	79.783	69.399
5–11 Des '16	48.830	84.872	75.914
12–18 Des '16	65.055	85.573	111.236
19–25 Des '16	96.050	78.365	124.504
26 D'16–1 J'17	92.400	86.998	106.819
2–8 Jan '17	83.950	84.855	101.417
9 – 15 Jan '17	70.097	79.818	102.322
16 – 22 Jan '17	98.328	83.832	111.220
23 – 29 Jan '17	74.128	83.623	95.615
Tanggal	Perm (kg)	Prod (kg)	Pers (kg)
30 Ja – 5 Fe '17	48.410	78.973	105.110
6 – 12 Feb '17	106.440	83.738	135.673
13 – 19 Feb '17	78.015	84.639	112.971
20 – 26 Feb '17	79.320	83.736	119.595
27 Fe–5 Ma '17	71.310	84.861	124.011
6 – 12 Mar '17	71.700	84.695	137.562
13 – 19 Mar '17	70.200	83.367	150.557
20 – 26 Mar '17	113.275	83.328	162.674
27 Ma–2 Ap'17	120.040	84.827	132.727
3 – 9 Apr '17	133.130	85.832	96.914
10 – 16 Apr '17	74.445	82.825	49.616

17 – 23 Apr '17	97.905	85.291	57.996
24 – 30 Apr '17	73.428	86.387	45.382
1 – 7 Mei '17	?	?	58.341

3. 1 Peramalan Jumlah Permintaan Mengetahui Pola Data

Untuk lebih mudah menentukan pola data, dapat dilakukan penentuan pola data sementara



Gambar 1. Time Series Plot Jumlah Permintaan

Jumlah permintaan pada periode ke-27 hingga periode ke-45 cenderung naik, ke-47 hingga periode ke-65 cenderung naik lagi. Pada gambar juga terlihat jumlah permintaan yang naik-turun pada periode-periode tertentu sehingga dapat disimpulkan bahwa pola data sementara yang diperoleh sesuai dengan data trend dan musiman.

A. Menentukan Metode Pemulusan Eksponensial Berdasarkan Pola Data

Berdasarkan pola data yang diperoleh maka metode peramalan yang cocok untuk pola data trend dan musiman adalah metode Pemulusan Eksponensial *Tripel Holt-Winters* dengan Metode Penambahan Musiman karena lebih efektif dalam data *trend* dan musiman dengan variasi musiman yang bersifat konstan.

B. Perhitungan Peramalan Jumlah Permintaan

Menentukan parameter dengan nilai MSE (*Mean Squared Error*) terkecil, dengan cara mengambil α , β dan γ sembarang dalam rentang 0 sampai 1. Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1) Menentukan nilai awal dengan 12 data aktual awal (4 Januari – 27 Maret 2016)

$$S_L = \frac{1}{L} (X_1 + X_2 + \dots + X_L)$$

$$S_{12} = \frac{1}{12} \left(\begin{array}{l} 63.252 + 71.200 + 79.857 + 59.471 \\ + 84.450 + 49.564 + 51.698 + 59.184 \\ + 46.050 + 49.518 + 63.268 + 52.657 \end{array} \right)$$

$$S_{12} = 60.847,64$$

$$b_L = \frac{1}{L} \left(\frac{(X_{L+1} - X_1) + (X_{L+2} - X_2) + \dots + (X_{L+L} - X_L)}{L} \right)$$

$$b_{12} = \frac{1}{12} \left(\frac{(X_{13} - X_1) + (X_{14} - X_2) + \dots + (X_{24} - X_{12})}{12} \right)$$

$$\frac{1}{12} \left(\frac{(59.035 - 63.252) + (70.056 - 71.200) + \dots + (77.030 - 52.657)}{12} \right)$$

$$b_{12} = 652,51$$

$$I_k = X_k - S_L$$

$$I_1 = 63.252 - 60.847,64 = 2.404,58$$

$$I_2 = 71.200 - 60.847,64 = 10.352,58$$

$$I_3 = 79.857 - 60.847,64 = 19.009,58$$

$$I_4 = 59.471 - 60.847,64 = -1.376,42$$

$$I_5 = 84.450 - 60.847,64 = 23.602,58$$

$$I_6 = 49.564 - 60.847,64 = -11.283,42$$

$$I_7 = 51.698 - 60.847,64 = -9.149,42$$

$$I_8 = 59.184 - 60.847,64 = -1.663,42$$

$$I_9 = 46.050 - 60.847,64 = -14.797,42$$

$$I_{10} = 49.518 - 60.847,64 = -11.329,42$$

$$I_{11} = 63.268 - 60.847,64 = 2.420,58$$

$$I_{12} = 52.657 - 60.847,64 = -8.190,42$$

2) Menghitung Peramalan Jumlah Permintaan

$$F_{t+m} = S_t + m b_t + I_{t-L+m}$$

$$F_{12+1} = S_{12} + 1 \cdot b_{12} + I_{12-12+1}$$

$$F_{13} = 60.847,64 + 1(652,51) + 2.404,58$$

$$F_{13} = 63.905$$

$m = 1$ karena data permintaan yang akan diramal adalah 1 periode mendatang

Dengan parameter $\alpha = 0,1$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,1$, menghasilkan peramalan untuk tanggal 1 – 7 Mei 2017 sebagai berikut :

Tabel 2. Data peramalan jumlah permintaan dengan

Mgu	S_t	b_t	I_t	F_{t+m}
12	60.847,42	652,51	-8.190,42	
13	61.012,97	603,81	1.966,33	63.905
14	61.425,45	584,68	10.180,38	71.969
15	58.883,16	271,98	16.195,31	81.020
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
35	95.358,39	2.182,15	2.368,13	92.859
36	97.269,98	2.155,09	-7.260,44	90.524
Mgu	S_t	b_t	I_t	F_{t+m}
37	98.771,09	2.089,69	531,11	100.545
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
67	84.536,15	-226,33	-2.134,54	84.268
68	85.662,17	-91,10	1.288,83	84.382
69	85.881,19	-60,09	-14.965,17	70.327
70	Jumlah Ramalan Permintaan			74.805 kg
	Tanggal 1 – 7 Mei 2017			

3) Perhitungan MSE (*Mean Squared Error*)

$$\begin{aligned}
 SSE &= \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - F_i)^2 \\
 &= 46.827.213.630,97 \\
 MSE &= \frac{SSE}{n} = \frac{46.827.213.630,97}{57} \\
 &= 821.530.063,70
 \end{aligned}$$

Karena hasil MSE dengan $\alpha = 0,1$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,1$ tersebut belum tentu hasil dengan kesalahan yang paling kecil, maka diperlukan perhitungan MSE kembali, dengan α , β dan γ yang lain dalam rentang 0 – 1.

Perhitungan MSE dengan cara *Trial and Error* serta bantuan Ms. Excel didapatkan MSE yang paling kecil adalah pada nilai peramalan dengan parameter $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,3$ adalah 84.088,39 dengan MSE sebesar 703.562.699,89.

Tabel 3. Data peramalan jumlah permintaan dengan parameter $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,3$

	X_t	F_{t+m}	$X_t - F_t$	Error ²
13	59.035	63.905	-4.870	23.712.097,88
14	70.056	70.898	-842	709.093,00
15	49.750	79.784	-30.034	902.017.913,21
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
35	118.476	106.391	12.085	146.044.908,70
36	87.818	113.073	-25.255	637.797.322,69
37	94.005	112.946	-18.941	358.746.887,99
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
67	74.445	111.446	-37.001	1.369.040.113,07
68	97.905	94.525	3.380	11.425.316,15
69	73.428	75.564	-2.136	4.563.776,12
70	Ramalan 1-7Mei'17	84.088 kg	SSE	40.103.073.893,52
			MSE	703.562.699,89

4) Menghitung Error pada nilai peramalan dengan MAPE

Perhitungan MAPE pada peramalan dengan parameter $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,3$

Tabel 4. Hasil perhitungan MAPE pada ramalan jumlah permintaan telur

Mgu	X_t	F_{t+m}	PE_t	$ PE_t $
13	59.035	63.905	-8,25	8,25
14	70.056	70.898	-1,20	1,20
15	49.750	79.784	-60,37	60,37
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
35	118.476	106.391	10,20	10,20
36	87.818	113.073	-28,76	28,76
37	94.005	112.946	-20,15	20,15
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
67	74.445	111.446	-49,70	49,70

68	97.905	94.525	3,45	3,45
69	73.428	75.564	-2,91	2,91
70	Ramalan 1-7Mei'17	84.088 kg		
Total $ PE_t $			1.514,36	

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|PE_t|}{n} = \frac{1.514,36}{57} = 26,57$$

Berdasarkan perhitungan nilai MAPE dari periode ke-13 sampai dengan periode ke-69 sebesar 26,57% sehingga nilai ramalan untuk periode ke-70 (1 – 7 Mei 2017) tergolong cukup dan memenuhi syarat, karena < 30%. Oleh karena itu, nilai peramalan permintaan tersebut dapat digunakan sebagai *input* pada metode Sugeno.

C. Penentuan Jumlah Produk

Dari data pada Tabel 1, dapat disimpulkan, jika data permintaan terbanyak adalah 145.886 kg perminggu, dan permintaan terkecil adalah 46.050 kg perminggu. Persediaan telur terbanyak adalah 308.036 kg perminggu, dan persediaan minimal adalah 1.500 kg perminggu. Sedangkan produksi telur saat ini maksimal 87.500 kg perminggu, dan produksi minimal 61.250 kg perminggu. Sedangkan persediaan untuk tanggal 1 – 7 Mei 2017 adalah 58.341 kg, serta peramalan permintaan telur sebesar 84.088 kg.

1) Pembentukan Himpunan Fuzzy

Banyaknya variabel dalam pengambilan keputusan produksi telur ada 3 macam, masing–masing variabel mempunyai 2 nilai linguistik, yaitu :

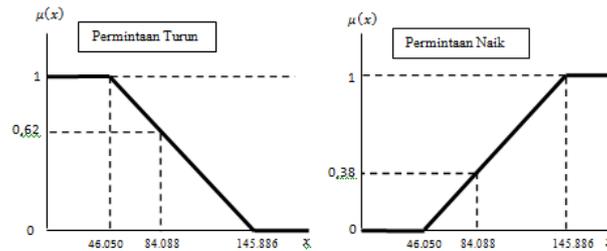
- Untuk PERMINTAAN, nilai linguistiknya TURUN dan NAIK.
- Untuk PERSEDIAAN, nilai linguistiknya SEDIKIT dan BANYAK.
- Untuk PRODUKSI telur, nilai linguistiknya BERKURANG dan BERTAMBAH.

Fuzzifikasi variabel permintaan

Permintaan terbanyak mencapai 145.886 kg perminggu, dan permintaan terkecil adalah 46.050 kg perminggu dan diketahui peramalan permintaan telur sebesar 84.088 kg, maka:

$$\mu_{pmtTurun}(84.088) = \frac{145.886 - 84.088}{145.886 - 46.050} = \frac{61.798}{99.836} = 0,62$$

$$\mu_{pmtNaik}(84.088) = \frac{84.088 - 58.485}{145.886 - 46.050} = \frac{28.038}{99.836} = 0,38$$



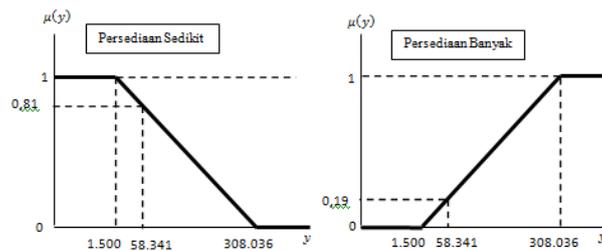
Gambar 3.2 Grafik Permintaan Turun dan Permintaan Naik

Fuzzifikasi variabel persediaan

Persediaan telur terbanyak adalah 308.036 kg perminggu, dan persediaan minimal adalah 1.500 kg perminggu dan diketahui persediaan untuk tanggal 1 – 7 Mei 2017 adalah 58.341 kg, maka :

$$\mu_{psdSedikit}(58.341) = \frac{308.036 - 58.341}{308.036 - 1.500} = \frac{249.695}{306.536} = 0,81$$

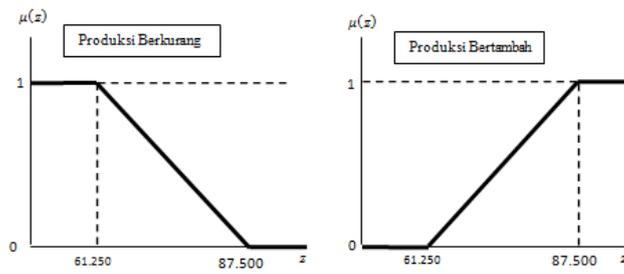
$$\mu_{psdBanyak}(58.341) = \frac{58.341 - 1.500}{308.036 - 1.500} = \frac{56.841}{306.536} = 0,19$$



Gambar 3. Grafik Persediaan Sedikit dan Persediaan Banyak

Fuzzifikasi variabel produksi

Peternakan memproduksi telur tersebut maksimum 87.500 kg perminggu, dan produksi paling sedikit 61.250 kg perminggu.



Gambar 4. Grafik Produksi Berkurang dan Produksi Bertambah

2) Aplikasi Fungsi Implikasi

Berdasarkan dari pembentukan himpunan *fuzzy* maka aturan-aturan yang mungkin dan sesuai ada 4 aturan, yaitu :

Tabel 5. Kesimpulan dari aturan-aturan dari contoh aplikasi metode Sugeno

Aturan	Perm	Pers	Fungsi Implikasi	Prod
R.1	Turun	Sedikit	\Rightarrow	Berkurang
R.2	Turun	Banyak	\Rightarrow	Berkurang
R.3	Naik	Sedikit	\Rightarrow	Bertambah
R.4	Naik	Banyak	\Rightarrow	Bertambah

Aplikasi fungsi implikasi untuk R.1

Derajat keanggotaan

$$\begin{aligned} \mu(z_1) &= \min \\ &\quad \{ \mu_{pmtTrn}(84.088), \mu_{psdSdt}(58.341) \} \\ &= \min \{ 0,62 ; 0,81 \} \\ &= 0,62 \end{aligned}$$

$$z_1 = \text{Permintaan} = 84.088$$

Aplikasi fungsi implikasi untuk R.2

Derajat keanggotaan

$$\begin{aligned} \mu(z_2) &= \min \\ &\quad \{ \mu_{pmtTrn}(84.088), \mu_{psdByk}(58.341) \} \\ &= \min \{ 0,62 ; 0,19 \} \end{aligned}$$

$$= 0,19$$

z_2 = Permintaan – Persediaan

$$= 84.088 - 58.341$$

$$= 25.747$$

Aplikasi fungsi implikasi untuk R.3

Derajat Keanggotaan

$$\mu(z_3) = \min$$

$$\{\mu_{pmtNaiK}(84.088), \mu_{psdSdt}(58.341)\}$$

$$= \min \{0,38 ; 0,81\}$$

$$= 0,38$$

z_3 = (1,25.Permintaan) – Persediaan

$$= (1,25(84.088)) - 58.341$$

$$= 105.110 - 58.341$$

$$= 46.769$$

Aplikasi fungsi implikasi untuk R.4

Derajat Keanggotaan

$$\mu(z_4) = \min$$

$$\{\mu_{pmtNaiK}(86.421,66), \mu_{psdByk}(12.934)\}$$

$$= \min \{0,38 ; 0,19\}$$

$$= 0,19$$

z_4 = Permintaan = 84.088

3) Komposisi Aturan

Hasil perkalian tiap aturan adalah

$$z_1 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_1) = 84.088 \times 0,62 = 52.134,56$$

$$z_2 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_2) = 25.747 \times 0,19 = 4.891,93$$

$$z_3 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_3) = 46.769 \times 0,38 = 17.772,22$$

$$z_4 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_4) = 84.088 \times 0,19 = 15.976,72$$

4) Penegasan (*Defuzzyfikasi*)

$$z^* = \mu(z) = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \mu_{\tilde{A}}(z_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}}(z_i)}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} z^* &= \frac{z_1 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_1) + z_2 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_2) + z_3 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_3) + z_4 \cdot \mu_{\tilde{A}}(z_4)}{\mu(z_1) + \mu(z_2) + \mu(z_3) + \mu(z_4)} \\ &= \frac{52.134,56 + 4.891,93 + 17.772,22 + 15.976,72}{0,62 + 0,19 + 0,38 + 0,19} \\ &= \frac{90.775,43}{1,38} \\ &= 65.779 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah telur yang harus diproduksi sebanyak 65.779 kg telur.

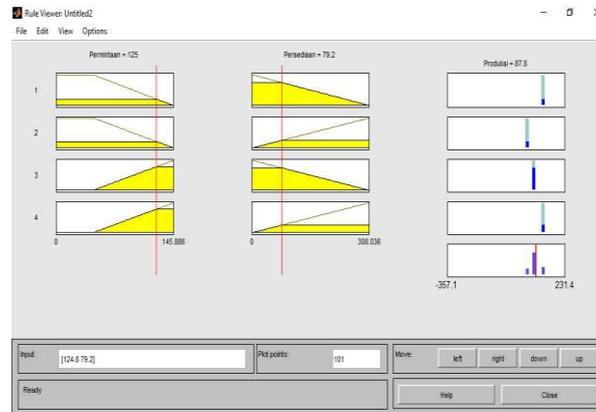
Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode Sugeno dengan perhitungan manual dan metode Sugeno menggunakan *Toolbox Matlab* , maka didapatkan *output* berupa produksi barang.

Tabel 6. Data produksi telur pada tanggal 1 – 7 Mei 2017 melalui perhitungan manual dan Toolbox Matlab

Tgl	Input		Output (Produksi)	
	Ramalan Permintaan	Persediaan	Manual	Matlab
1 – 7 Mei 2017	84.088 kg	58.341 kg	65.779kg	65.800kg

Hasil perhitungan relatif sama, karena perbedaan tidak besar. Perbedaan tersebut dikarena pada Toolbox Matlab terjadi beberapa pembulatan, sehingga *output* yang dihasilkan sedikit berbeda.

Selanjutnya, peneliti melakukan peramalan permintaan untuk tanggal 30 April – 6 Mei 2018 dengan parameter yang sama yaitu $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,3$ (rumus dan cara yang sama), dengan permisalan persediaan 79.200 kg, serta peramalan produksi menggunakan Toolbox Matlab.



Gambar 5. Penegasan (Defuzzyfikasi) dengan MATLAB

Tabel 7. Data peramalan permintaan dan perkiraan produksi telur pada tanggal 30 April – 6 Mei 2018 melalui perhitungan manual dan Toolbox Matlab

Tgl	Input		Output (Produksi)	
	Ramalan Perm	Psd	Manual	Matlab
30 Ap– 6 Mei 2018	124.784 kg	79.200 kg	87.717 kg	87.800 kg

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Data hasil peramalan jumlah permintaan, serta *output* Toolbox Matlab pada data UD. Junjong Drajat dari tanggal 10 April – 7 Mei 2017, serta tanggal 30 April – 6 Mei 2018 adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Data hasil peramalan melalui perhitungan manual dan Toolbox Matlab

Tanggal	Input			Output (Produksi)		
	Perm (kg)	Ramal Perm (kg)	Psd (kg)	Prod (kg)	Prod Manual	Matlab (kg)
10–16 Ap'17	74.445	111.446	49.616	82.825	61.854	61.800

17–23 Ap'17	97.905	94.525	57.996	85.291	77.413	77.400
24–30 Ap'17	73.428	75.564	45.382	86.387	62.764	62.600
1–7 Mei'17	78.710	84.088	58.341	74.442	65.779	65.800
8–14 Mei'17	95.527	84.747	54.073	83.909	74.775	74.900
30 Ap–6 Mei'18		124.784 kg	79.200 kg		87.717 kg	87.800

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

- 1) Prediksi permintaan pasar dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial tripel Holt-Winters untuk tanggal 1 – 7 Mei 2017 adalah 84.088 kg, dengan parameter $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,3$ mempunyai nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) 26,57 % yang tergolong cukup dan memenuhi syarat karena < 30 %.
- 2) Penerapan dari metode *Fuzzy Sugeno* menggunakan metode *Centroid* pada tanggal 1 – 7 Mei 2017 dengan ramalan permintaan telur 84.088 kg dan persediaan telur sebesar 58.341 kg, menghasilkan perhitungan perkiraan produksi telur, secara manual sebesar 65.824 kg, dan dengan Toolbox Matlab sebesar 65.800 kg, sedangkan produksi aktualnya adalah 74.442 kg.
- 3) Prediksi permintaan untuk tanggal 30 April – 6 Mei 2018 dengan parameter yang sama $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,3$, menghasilkan ramalan sebesar 124.784 kg, dengan permisalan jumlah persediaan 79.200 kg, menghasilkan ramalan produksi sebesar 87.800 kg (Toolbox Matlab).

4.2 Saran

- 1) Variabel persediaan perlu diperhitungkan distributor maupun pengusaha lainnya, karena persediaan berpengaruh besar dalam optimasi jumlah produksi.
- 2) Peramalan jumlah permintaan serta perhitungan produksi dapat menggunakan metode lain dengan data masa lalu yang lebih banyak.

- 3) Dapat menjadikan metode Sugeno serta memanfaatkan Toolbox Matlab sebagai salah satu alternatif panduan dalam penyusunan produksi, dengan harapan metode ini lebih efektif daripada menggunakan metode manual perusahaan.
- 4) Dapat mempelajari dan lebih mendalami lagi teori tentang logika *fuzzy* dan penerapannya dalam permasalahan sehari-hari.

5 Daftar Pustaka

- [1] Halimi. R, dkk. 2013. “Pembuatan Aplikasi Peramalan Jumlah Permintaan Produk Dengan Metode *Time Series Exponential Smoothing Holts Winter* Di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk”. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, hal : 1 – 6*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November
- [2] Heriyani, dkk. 2015. “Peramalan Jumlah Penduduk Dengan Metode *Trend Non Linier*”. *Jurnal EKSPONENSIAL Vol. 6, No. 1, hal : 95 – 100*. <http://www.google.com>. 27 Juli 2017.
- [3] Kusumadewi, Sri., Sri H., Agus H., & Retyanto W. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Monika, Lili. 2016. “Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Dengan Verifikasi Pemantauan Tracking Signal Pada Data Tingkat Inflasi Di Indonesia Tahun 2011–2015”. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- [5] Subagyo, Pangestu. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. BPFE Yogyakarta. Yogyakarta
- [6] Padang .E, Gim T. dan Ujian S. 2013. “Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Medan-Rantau Prapat Dengan Metode Pemulusan

Ekspensial Holt-Winters". *Saintia Matematika*, Vol. 1, No. 2, hal : 161 – 174. Medan : University of Sumatera Utara

[7] Solikin, Fajar. 2011. Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Mamdani Dan Metode Sugeno. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta

[8] Suwandi, Adi, dkk. 2014. Peramalan Data Time Series dengan Metode Penghalusan Ekspensial *Holt-Winter*. [http:www.google.com](http://www.google.com). 30 Mei 2017.