

PERBANDINGAN METODE *FUZZY TIME SERIES CHEN* DAN *FUZZY TIME SERIES CHENG* PADA PERMINTAAN PUPUK PERTANIAN UREA DI KABUPATEN BLORA

Dian Yustitia¹, Tiani Wahyu Utami², Indah Manfaati Nur³

¹²³Program Studi Statistika, Universitas Muhammadiyah Semarang
e-mail: dianyustitia1@gmail.com

Article history	Abstract
Submission: 15 September Revised: 21 September Accepted: 22 September	Fuzzy Time Series method is based on fuzzy set theory and linguistic variable concepts. This method converts data into variables in linguistic variables to get fuzzy relations. Fuzzy Time Series is a method that can predict limited historical data with a small error rate. In forecasting calculations using Fuzzy Time Series, the number of intervals is determined by researchers at the beginning of the forecasting process and the determination of the number of intervals can affect the formation of fuzzy relationships and the results of forecasting calculations. The purpose of this study was to obtain the forecasting results of Urea Fertilizer Demand in Blora Regency based on 3 years of Demand data from 2015 to 2017 with quite accurate results by applying the fuzzy time series method. Fuzzy time series methods used are the Fuzzy Time Series Chen method and the Fuzzy Time Series Cheng method. Fuzzy Time Series Method Chen performs calculations with a simple method using Cheng's method of doing calculations by applying forecasting and giving weight to the repeated fuzzy relations. To participate in order to obtain the best model, the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is used, the smaller the MAPE obtained, the better the forecasting result is. The best method obtained is the Cheng Fuzzy Time Series method which has a smaller error value of MAPE = 7% compared to the Fuzzy Time Series Chen method with MAPE = 11%.
Keyword: <i>Fuzzy Time Series, Chen and Cheng Method, Urea Fertilizer</i>	

PENDAHULUAN

Pertanian adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati yang dilakukan manusia untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, atau sumber energi, serta untuk mengelola lingkungan hidupnya (Fadhillah 2011). Untuk menghasilkan bahan pangan (beras, umbi-umbian, sayur-sayuran, dan lain-lain) yang baik di perlukan nutrisi untuk menyuburkan tanaman tersebut yang berupa pupuk. Pupuk merupakan salah satu sumber nutrisi utama yang di berikan pada tumbuhan. Dalam proses pertumbuhan, perkembangan tumbuhan setiap hari membutuhkan nutrisi berupa mineral dan air. Nutrisi yang di butuhkan oleh tumbuhan di serap melalui akar, batang dan daun. Nutrisi tersebut memiliki berbagai fungsi yang saling mendukung satu sama lainnya dan menjadi salah satu komponen penting untuk meningkatkan produktivitas pertanian (Fitriana, 2013).

Dipihak lain laju peningkatan produksi tanaman semakin menurun disebabkan beberapa faktor seperti tidak efisiennya penggunaan pupuk anorganik, terjadinya degradasi lahan, adanya gangguan lingkungan seperti kekeringan, banjir, dan gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (tikus, penggerek batang, hama wereng dan penyakit (kerdil hampa, kerdil rumput, tungro, dll) (Surdianto, 2014). Sehingga banyak variasi pupuk untuk digunakan sebagai sumber nutrisi agar mendukung kebutuhan pertumbuhan tanaman (Napitupulu, 2010). Ada beberapa varietas jenis pupuk kimia yang banyak diminati petani untuk membantu proses tanaman tersebut lebih cepat panen, Salah satunya adalah jenis pupuk pupuk urea. Pupuk urea adalah pupuk kimia yang mempunyai kandungan unsur nitrogen dalam kadar yang tinggi mencapai 46 persen.

Menurut Song dan Chissom (1993), sistem peramalan dengan metode *fuzzy time*

series dilakukan dengan cara menangkap pola dari data sebelumnya kemudian data tersebut digunakan untuk memproyeksi data yang akan datang. Dalam perhitungan peramalan menggunakan *fuzzy time series*, panjang interval telah ditentukan diawal proses perhitungan. Penentuan panjang interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* yang tentunya akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan peramalan. Oleh karena itu, pembentukan *fuzzy relationship* haruslah tepat dari hal ini mengharuskan penentuan panjang interval yang sesuai.

Penelitian sebelumnya mengenai peramalan pernah dilakukan oleh Fadillah (2017) dengan menggunakan data harga bahan pokok yang meliputi cabai, bawang merah dan beras melakukan Perbandingan Model chen dan model cheng pada Algoritma *Fuzzy Time Series*. Metode yang paling baik digunakan adalah *Fuzzy Time Series Cheng* menghasilkan nilai MAPE di bawah 20% (Fadillah, 2017).

Dalam permasalahan yang dihadapi dalam mengadakan analisis pupuk pertanian urea adalah mengukur permintaan sekarang dan meramalkan kondisi-kondisi tersebut pada masa yang akan datang (Haris, 2010). Mengukur permintaan sekarang berarti menganalisa kondisi sekarang dan sebelumnya sebagai sumber informasi untuk memprediksi keadaan yang akan datang dengan asumsi keadaan masa lalu akan berulang lagi dimasa depan. Sehingga dalam penelitian ini perlu menjelaskan hasil dari penelitian yang baik untuk memprediksi (meramalkan) masa depan yang diperkiraan dalam jumlah (Kwintal). Metode *fuzzy time series* mempunyai kelebihan antara lain adalah proses perhitungannya tidak membutuhkan sistem yang rumit seperti pada algoritma genetika dan jaringan syaraf, metode ini juga dapat menyelesaikan masalah data historis berupa nilai-nilai linguistik. *Fuzzy time series* yang digunakan dalam penelitian Khanty adalah *fuzzy time series* dengan metode Cheng dan metode Chen, metode Cheng yang menerapkan peramalan memiliki ukuran kesalahan lebih kecil. Hal ini yang menjadi alasan untuk penelitian peramalan menggunakan *fuzzy time series* cheng.

TINJAUAN PUSTAKA

Time Series

Analisis *time series* adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilistik keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang

dalam rangka pengambilan keputusan (Aswi dan Sukarna, 2006). Data *time series* merupakan data yang terdiri atas satu objek tetapi meliputi beberapa periode waktu misalnya data harian, mingguan, bulanan, tahunan, dan lain-lain (Makridakis dkk, 1999)

Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya pada Tahun 1965 tentang teori himpunan *fuzzy*. Logika *fuzzy* adalah metode berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Istilah *fuzzy* berarti kabur atau tidak jelas, namun sistem *fuzzy* yang dibangun untuk memodelkan peramalan tersebut tetap mempunyai cara kerja dan deskripsi yang jelas berdasarkan pada teori logika *fuzzy* (Kusumadewi dan Purnomo, 2013).

Fuzzy Time Series

FTS pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom pada Tahun 1993. FTS adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Metode Cheng mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam penentuan interval, menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama. Berikut adalah tahapan-tahapan peramalan pada data *time series* dengan menggunakan FTS Cheng:

1. Menentukan himpunan semesta (U).

$$U = [d_{min}, d_{max}] \quad (1)$$

dimana

d_{min} adalah data terkecil.

d_{max} adalah data terbesar.

2. Menentukan interval.

Penentuan lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan rentang (*range*) dengan rumus sebagai berikut:

$$R = [d_{max} - d_{min}] \quad (2)$$

dimana R adalah rentang; d_{max} adalah data terbesar; d_{min} adalah data terkecil

- b. Menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan Persamaan Sturges. Adapun rumusnya sebagai berikut

$$K = 1 + 3,322 \times \log (n) \quad (3)$$

c. Menentukan lebar interval.

$$i = \frac{\text{Range data } (R)}{\text{Banyaknya interval kelas } (K)} \quad (4)$$

d. Menentukan lebar interval, adapun rumusnya sebagai berikut

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah} + \text{batas atas})}{2} \quad (5)$$

dimana i adalah banyaknya himpunan fuzzy

3. Himpunan fuzzy dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda, maka pada frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi h interval yang sama. Berikutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi atas $h - 1$ interval yang sama, interval pada frekuensi terbanyak ketiga dibagi menjadi $h - 2$ interval yang sama. Hal ini dilakukan sampai pada interval dengan frekuensi yang tidak dapat dibagi lagi.

4. Mendefinisikan himpunan fuzzy A_i dan melakukan fuzzifikasi pada data aktual yang diamati. Misal A_1, A_2, \dots, A_p adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada U adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_p \\ A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + \dots + 0/u_p \\ A_3 &= 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + \dots + 0/u_p \\ &\vdots \\ A_p &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0,5/u_{(p-1)} + 1/u_p \end{aligned} \quad (6)$$

Dimana u_i ($i = 1, 2, \dots, p$) adalah elemen dari himpunan semesta U dan bilangan yang diberi simbol "/" menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(u_i)$ terhadap A_i ($i = 1, 2, \dots, p$) yang dimana nilainya 0, 0,5 atau 1.

a. Membuat tabel Fuzzy Logic Relations (FLR) Relationship diidentifikasi berdasarkan suatu nilai fuzzifikasi dari data historis. Jika ada relasi fuzzy $R(t, t - 1)$ sehingga $F(t) = F(t - 1) \times R(t, t - 1)$ dengan symbol "x" adalah sebuah operator maka $F(t)$

dikatakan "disebabkan" oleh $F(t - 1)$, relasi yang ada antara $F(t)$ dan $F(t - 1)$ dinotasikan dengan $F(t - 1) \rightarrow F(t)$. Misal $F(t - 1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$, dan relasi logika fuzzy antara $F(t - 1)$ dan $F(t)$ adalah $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t - 1) = A_i$ dikenal dengan "sisi kiri" dan $F(t) = A_j$ dikenal dengan "sisi kanan".

b. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) Menurut Wendy A. tahun 2013 Relasi logika fuzzy dimana memiliki "sisi kiri" yang identik, dapat digrupkan menjadi grup relasi logika fuzzy. Sebagai contoh, diberikan dua buah relasi logika fuzzy dengan sisi kiri yang sama A_i , sebuah grup relasi logika fuzzy dapat dibentuk dengan:

$$\left. \begin{aligned} A_i &\rightarrow A_{j1} \\ A_i &\rightarrow A_{j2} \\ &\dots \end{aligned} \right\} A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots \quad (7)$$

5. Menetapkan pembobotan.

Menetapkan bobot pada FLRG. Misal terdapat suatu urutan FLR yang sama,

(t=1) $A_i \rightarrow A_i$, diberikan bobot 1.

(t=2) $A_j \rightarrow A_i$, diberikan bobot 1.

(t=3) $A_i \rightarrow A_i$, diberikan bobot 2.

(t=4) $A_i \rightarrow A_i$, diberikan bobot 3.

(t=5) $A_i \rightarrow A_i$, diberikan bobot 4.

Dengan t menyatakan waktu.

Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobotan terstandarisasi (W^*) yang persamaannya ditulis berikut:

$$W^* = \begin{bmatrix} W_{11}^* & W_{12}^* & \dots & W_{1p}^* \\ W_{21}^* & W_{22}^* & \dots & W_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & & W_{ij}^* \\ W_{p1}^* & W_{p2}^* & \dots & W_{pp}^* \end{bmatrix} \quad (8)$$

dimana W^* adalah matriks pembobot ternormalisasi.

6. Menghitung nilai peramalan

Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi (W^*) dikalikan dengan (m_1) pada interval himpunan fuzzy dapat menggunakan persamaan berikut. Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = W_{i1}^*(m_1) + W_{i2}^*(m_2) + \dots + W_{ip}^*(m_p) \quad (9)$$

dimana F_i adalah hasil peramalan

apabila hasil fuzzifikasi periode ke- i adalah A_i dan A_i tidak memiliki FLR pada FLRG dengan kondisi $A_i \rightarrow \emptyset$, dimana nilai maksimum derajat keanggotaanya berada pada u_1 , maka nilai peramalan F_i adalah nilai tengah u_1 , atau di definisikan dengan m_i .

7. Akurasi Peramalan Metode peramalan yang bertujuan untuk menghasilkan ramalan optimum yang tidak memiliki tingkat kesalahan besar. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan mendekati nilai aktual. Nilai Tengah Galat Persentase Absolut (*Mean Absolute Percentage Error*).

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{X_i - F_i}{X_i} \right]}{n} \times 100 \quad (10)$$

Kemampuan peramalan sangat baik jika

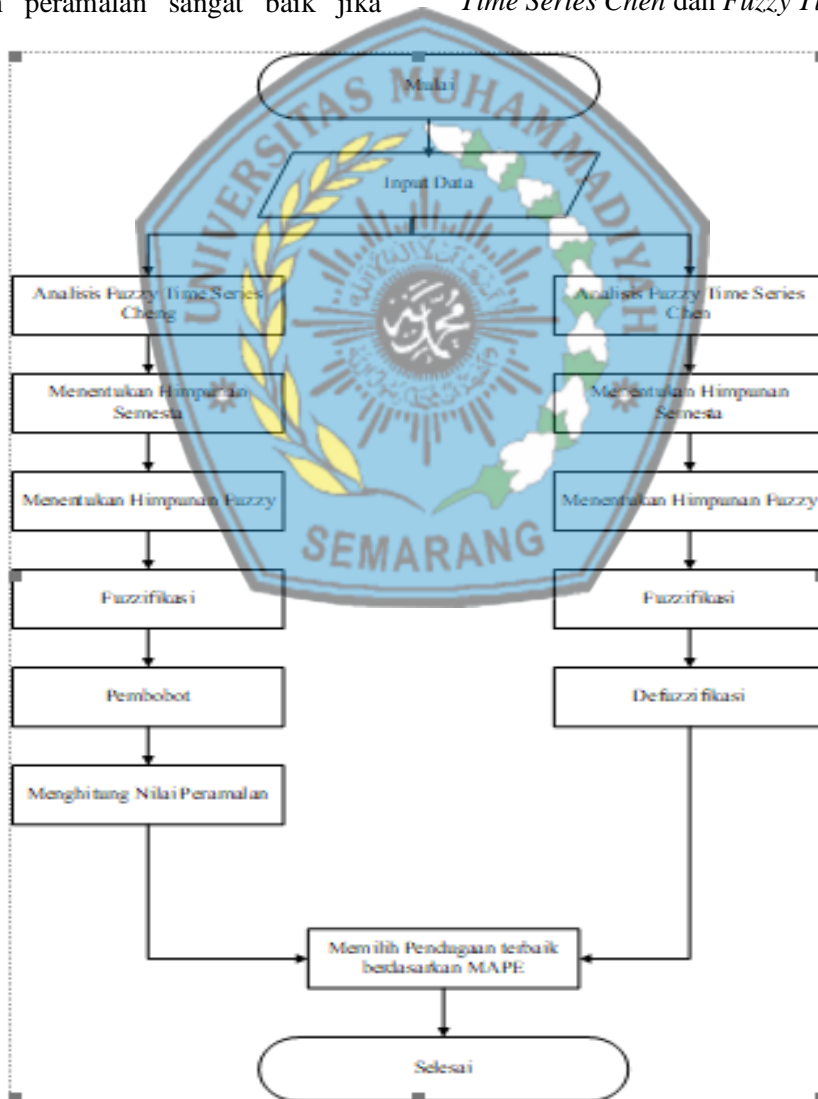
memiliki nilai MAPE kurang dari 10% dan mempunyai kemampuan peramalan yang baik jika nilai MAPE kurang dari 20% (Margi & Pandawa, 2015).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data yang digunakan dalam karya tulis adalah data sekunder yaitu permintaan pupuk pertanian Urea pada bulan Januari 2014 – Desember 2016 (Bulanan) di Kecamatan Randublatung dengan menggunakan metode *fuzzy time series cheng*. Data tersebut di peroleh dari Dinas Pertanian Kecamatan Randublatung Kabupaten Blora

1. Tahap Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir tahapan penelitian, dalam mendapatkan hasil permintaan menggunakan perbandingan *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Cheng*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Fuzzy Time Series Chen

1. Himpunan Semesta

Himpunan semesta dengan rumus $U = [d_{min}, d_{max}]$, dimana d_{min} adalah data terkecil dan d_{max} adalah data terbesar. Bahwa data terkecil di dapat adalah 181. Sedangkan data yang terbesar adalah 393. Sehingga himpunan semesta yang terbentuk $U = [181, 393]$. Perhitungan untuk mendapatkan jumlah interval dan pembentukan himpunan semesta pembicaraan

2. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continuum*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Penentuan lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan rentang (*range*) dengan rumus sebagai berikut:

$$R = [d_{max} - d_{min}]$$

$$R = [393 - 181] = 212$$

- Menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan Persamaan Sturges. Adapun rumusnya sebagai berikut

$$K = 1 + 3,322 \times \log (n)$$

$$K = 1 + 3,322 \times \log (36) = 6,170 \approx 6$$

- Menentukan lebar interval.

$$i = \frac{\text{Range data } (R)}{\text{Banyaknya interval kelas } (K)}$$

$$i = \frac{212}{6} = 35,333$$

- impunan semesta pembicaraan (*Universe of Discourse*) membagi beberapa interval dengan jarak yang sama, untuk mendapatkan jumlah interval. Kemudian pembentukan himpunan semesta pembicaraan, untuk menentukan interval yang akan digunakan, diperoleh jumlah interval adalah 6 dan lebar untuk masing-masing interval adalah 35,333. Berikut merupakan perhitungan untuk mendapatkan nilai interval:

$U_1 = [181 + 35.333] = 216.333$, maka interval pada U_1 adalah $[181, 216.33]$, untuk $U_2 = 216.333 + 35.333 = 251.67$, maka interval pada U_2 adalah $[216.33, 251.67]$, kemudian $U_3 = 251.67 + 35.333 = 287$, interval pada

$U_3[251.67, 287]$, $U_4 = 287 + 35.333 = 322.33$, maka interval pada $U_4[287, 322.33]$, selanjutnya $U_5 = 322.33 + 35.333 = 357.67$, maka interval pada $U_5[322.33, 357.67]$, terakhir adalah $U_6 = 357.67 + 35.333 = 393$ maka interval pada $U_6[357.67, 393]$. Maka pembentukan semesta pembicaraan menjadi:

Tabel 4. 1 Himpunan Semesta Pembicaraan (Universe of Discourse)

Interval	Frekuensi
$U_1=[181.000, 216.333]$	3
$U_2=[216.333, 251.667]$	9
$U_3=[251.667, 287.000]$	12
$U_4=[287.000, 322.333]$	5
$U_5=[322.333, 357.667]$	4
$U_6=[357.667, 393.000]$	3

Tahap fuzzifikasi berdasarkan interval yang diperoleh dapat ditentukan nilai linguistik sesuai dengan banyaknya interval yang terbentuk. Hasil fuzzifikasi data permintaan pupuk pertanian Urea di kabupaten Blora yang dinotasikan ke dalam bilangan linguistik dapat dilihat pada Tabel 4.3

Fuzzifikasi dapat terbentuk berdasarkan interval yang telah terbentuk sebelumnya, yaitu A_1 untuk interval $U_1 = [181.000, 198.667]$, hingga himpunan fuzzy A_8 untuk interval $U_8 = [357.667, 393.000]$ Sehingga perolehan Fuzzifikasi adalah sebagai berikut

Tabel 0.1 Fuzzifikasi Data Chen

No	Bulan	Data	Fuzzifikasi
1.	Januari 2015	198	A_1
2.	Februari 2015	187	A_1
3.	Maret 2015	228	A_2
4.	April 2015	229	A_2
5.	Mei 2015	219	A_2
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
35.	November2017	377	A_6
36.	Desember2017	331	A_5

Tabel 0.2 Fuzzy Logic Relationship (FLR) Chen

Deret Waktu	FLR
Januari 2015 → Februari 2015	$A_1 \rightarrow A_1$
Februari 2015 → Maret 2015	$A_1 \rightarrow A_2$
Maret 2015 → April 2015	$A_2 \rightarrow A_2$
April 2015 → Mei 2015	$A_2 \rightarrow A_2$
Mei 2015 → Juni 2015	$A_2 \rightarrow A_2$
.	.
.	.
.	.
Oktober 2017 → November 2017	$A_6 \rightarrow A_6$
November 2017 → Desember 2017	$A_6 \rightarrow A_5$

Tabel 0.3 Frekuensi Chen Data Permintaan Pada Setiap Interval

Interval	Frekuensi	Nilai Tengah
$U_1=[181.0, 216.3]$	3	$m_1 = 198,7$
$U_2=[216.3, 251.7]$	9	$m_2 = 234,0$
$U_3=[251.7, 287.0]$	12	$m_3 = 269,3$
$U_4=[287.0, 322.3]$	5	$m_4 = 304,7$
$U_5=[322.3, 357.7]$	4	$m_5 = 240,0$
$U_6=[357.7, 393.0]$	3	$m_6 = 375,3$

Tabel 0.4 Hasil Defuzzifikasi dari FLRG Chen

Grup	Relasi Logika Fuzzy	Perhitungan Prediksi
A_1	$A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2$	216
A_2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2 \rightarrow A_2, A_2 \rightarrow A_3$	234
A_3	$A_3 \rightarrow A_3, A_3 \rightarrow A_4, A_3 \rightarrow A_5, A_3 \rightarrow A_6$	322
A_4	$A_4 \rightarrow A_2, A_4 \rightarrow A_3, A_4 \rightarrow A_4$	269
A_5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5 \rightarrow A_5, A_5 \rightarrow A_6$	340
A_6	$A_6 \rightarrow A_5, A_6 \rightarrow A_6$	358

Kemudian, nilai peramalan yang telah didapat diletakkan berdasarkan himpunan Fuzzy pada periode ke $t - 1$ untuk masing-masing (t).

B. Analisis Fuzzy Time Series Cheng

Tabel 4. 2 Himpunan Semesta Pembicaraan (Universe of Discourse) Model Cheng

Interval	Frekuensi
$U_1=[181.0, 216.3]$	3
$U_2=[216.3, 251.7]$	9
$U_3=[251.7, 287.0]$	12
$U_4=[287.0, 322.3]$	5
$U_5=[322.3, 357.7]$	4
$U_6=[357.7, 393.0]$	3

Interval untuk data pupuk pertanian urea diperoleh berjumlah sama dengan 6, sehingga setiap masing-masing interval yang memiliki nilai frekuensi diatas 6 harus dibagi menjadi 2 interval dengan lebar interval yang sama hingga nilai frekuensi yang diperoleh kurang dari sama dengan 6. Kemudian menentukan kembali frekuensi untuk masing-masing interval yang terbentuk melalui evaluasi pemilihan interval dan diperoleh titik tengahnya, seperti pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 3 Frekuensi Cheng Data Permintaan Pada Setiap Interval

Interval	Frekuensi	Nilai Tengah
$U_1=[181.0, 192.8]$	2	$m_1 = 186,9$
$U_2=[192.8, 204.6]$	1	$m_2 = 198,7$
$U_3=[204.6, 216.3]$	1	$m_3 = 210,4$
$U_4=[216.3, 228.1]$	3	$m_4 = 222,2$
$U_5=[228.1, 239.9]$	3	$m_5 = 234,0$
$U_6=[239.9, 251.7]$	2	$m_6 = 145,8$
$U_7=[251.7, 269.3]$	6	$m_7 = 260,5$
$U_8=[269.3, 287.0]$	6	$m_8 = 278,2$
$U_9=[287.0, 304.7]$	3	$m_9 = 295,8$
$U_{10}=[304.7, 322.3]$	2	$m_{10} = 313,5$
$U_{11}=[322.3, 340.0]$	4	$m_{11} = 331,2$
$U_{12}=[340.0, 357.7]$	1	$m_{12} = 348,8$
$U_{13}=[357.7, 393.0]$	2	$m_{13} = 375,3$

Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi dapat terbentuk berdasarkan interval yang telah terbentuk sebelumnya, yaitu A_1 untuk interval $U_1 = [181.0, 192.8]$, hingga himpunan fuzzy A_{13} untuk interval $U_{13} = [357.7, 393.0]$ Sehingga perolehan Fuzzyfikasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Fuzzyfikasi Data Cheng

No	Bulan	Data	Fuzzifikasi
1.	Januari 2015	198	A_2
2.	Februari 2015	187	A_1
3.	Maret 2015	228	A_4
4.	April 2015	229	A_5
5.	Mei 2015	219	A_4
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
35.	November 2017	377	A_{13}
36.	Desember 2017	331	A_{11}

Tabel 4. 5 Fuzzy Logic Relationship (FLR) Cheng

Deret Waktu	FLR
Januari 2015 → Februari 2015	$A_2 \rightarrow A_1$
Februari 2015 → Maret 2015	$A_1 \rightarrow A_4$
Maret 2015 → April 2015	$A_4 \rightarrow A_5$
April 2015 → Mei 2015	$A_5 \rightarrow A_4$
Mei 2015 → Juni 2015	$A_4 \rightarrow A_4$
.	.
.	.
Oktober 2017 → November 2017	$A_{11} \rightarrow A_{13}$
November 2017 → Desember 2017	$A_{13} \rightarrow A_{11}$

Tabel 4. 6 Pembobotan

$x(t-1)$	$x(t-1)$												
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A_4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A_5	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
A_6	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
A_7	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0
A_8	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	1
A_9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
A_{10}	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
A_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
A_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Tabel 4. 7 Bobot ternormalisasi

$x(t-1)$	$x(t-1)$												
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_1	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A_4	0,33	0	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
A_5	0	0	0	0,3	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0
A_6	0	0	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0
A_7	0	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0,3	0	0	0	0
A_8	0	0	0	0	0	0	0,3	0,2	0,2	0	0,2	0	0,2
A_9	0	0	0	0	0,3	0	0	0,3	0	0,3	0	0	0
A_{10}	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0,3
A_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0

Setelah proses pembobotan kemudian menghitung nilai peramalan dengan Mengalikan matriks bobot ($W(t)$) yang telah dinormalisasikan menjadi ($W_n(t)$) dengan matriks defuzzifikasi maka $[F_t = m_1, m_2, \dots, m_k] \times [A_1, A_2, \dots, A_k]$ dengan perhitungan. Berikut hasil peramalan pupuk

pertanian Urea di Kabupaten Blora menggunakan metode Fuzzy Time Series Cheng

Tabel 4. 8 Hasil peramalan dengan matriks pembobot

Fuzzyfikasi (A_i)	Relasi Logika Fuzzy (A_j)	Hasil Peramalan
A_1	$A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_4$	216,3
A_2	$A_2 \rightarrow A_1$	186,9
A_3	$A_3 \rightarrow A_6$	245,8
A_4	$A_4 \rightarrow A_1, A_4 \rightarrow A_4, A_4 \rightarrow A_5$	214,4
A_5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5 \rightarrow A_6, A_5 \rightarrow A_7$	242,8
A_6	$A_6 \rightarrow A_5, A_6 \rightarrow A_9$	256,1
A_7	$A_7 \rightarrow A_7, A_7 \rightarrow A_9, A_7 \rightarrow A_9$	275,2
A_8	$A_8 \rightarrow A_7, A_8 \rightarrow A_9, A_8 \rightarrow A_9, A_8 \rightarrow A_{11}, A_8 \rightarrow A_{13}$	300,2
A_9	$A_9 \rightarrow A_5, A_9 \rightarrow A_9, A_9 \rightarrow A_{10}$	275,2
A_{10}	$A_{10} \rightarrow A_8$	278,2
A_{11}	$A_{11} \rightarrow A_{10}, A_{10} \rightarrow A_{11}, A_{10} \rightarrow A_{13}$	340,0
A_{12}	$A_{12} \rightarrow A_{11}$	331,2
A_{13}	$A_{13} \rightarrow A_{11}, A_{13} \rightarrow A_{12}$	340,0

Kemudian, nilai peramalan yang telah didapat diletakkan berdasarkan himpunan Fuzzy pada periode ke $t - 1$ untuk masing-masing $F(t)$.

PERBANDINGAN METODEN CHEN DAN CHENG

Tabel 3. Perbandingan hasil peramalan

NO	WAKTU	Permintaan	Chen	Cheng	MAPE Chen	MAPE Cheng
1	JANUARI 2015	198	-	-	-	-
2	FEBRUARI 2015	187	216	186,9	0,09091	0,05606
3	MARET 2015	228	216	216,3	0,15508	0,15686
4	APRIL 2015	229	234	214,4	0,02632	0,05978
5	MEI 2015	219	234	242,8	0,02183	0,06041
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
35	NOVEMBER 2017	377	358	340,0	0,08906	0,13486
36	DESEMBER 2017	331	358	340,0	0,05040	0,09815
37	JANUARI 2018	-	340	340,0	0,02719	0,02719
Hasil					3,9224	2,5701
MAPE					11%	7%

Perbandingan diantara kedua metode didapatkan metode terbaik untuk meramalkan pupuk pertanian Urea adalah metode fuzzy time series Cheng karena dilihat dari nilai error lebih kecil dibandingkan Fuzzy Time Series Cheng yaitu MAPE sebesar 7%. Hasil MAPE tersebut sudah berada pada kinerja sangat baik karena berada di bawah 10%.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan metode dengan akurasi terbaik yaitu metode fuzzy time series Cheng dengan hasil peramalan pada bulan Januari 2017 didapatkan permintaan pupuk pertanian Urea sebesar 340 kwintal.

SARAN

Penelitian selanjutnya dapat melakukan peramalan data time series dengan menggunakan bantuan algoritma lain, seperti ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) atau lainnya untuk mendapatkan hasil ramalan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anasfisia. (2015). *Pertanian Terhadap Pembangunan di Indonesia*. Solo: Universitas Muhammadiyah Solo.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Jateng. (2017). *Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2017*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Blora. (2017). *Blora Dalam Angka 2017*. Blora: BPS Kabupaten Blora.
- Brata, A. S. (2016). *Penerapan Fuzzy Time Series dalam Peramalan Data Seasonal*. Malang: Jurusan Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Chen, S. M., (1996). Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series. *Jurnal Fuzzy Sets and System* Vol. 81: 311-319.
- Dewanto, G. (2013). Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik. *Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado, 95115*
- Fadhillah Arif, M. B. (2017). Seminar Statistika FMIPA UNPAD 2017 (SNS VI) ISSN : 2087-2590 . Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Fadhillah, Y. (2011). Sektor Pertanian. *Industrialisasi Sektor-Pertanian*.
- Fitriana, AN. (2013). *Kandungan Pupuk Pada Tumbuhan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia (UPI).
- Frobel, LT. (2013). *Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik*. Manado: Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Makridakis, Spyros dan Wheelwright, Steven C., (1999), *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Binarupa Aksara, Jakarta
- Napitupulu, D. d. (2010). *Pengaruh Pemberian Pupuk N dan K* . Sumatera Utara: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Haris, S. (2010). Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* dengan Penentuan Interval Berbasis Rata rata untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan. *Researchgate Publication*.
- Song, Q. and Chissom, B.S. (1993) Forecasting Enrollments with Fuzzy Time series Part I. *Fuzzy Sets and Systems*, 54, 1-9. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90355-L](http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114(93)90355-L)

Sumartini, M. N. (2017). *Forecasting Using Fuzzy Time Series Cheng Method*. *Jurnal Eksponensial* Volume 8, Nomor 1, ISSN 2085-7829 , 51-55