

**PERBANDINGAN MODEL CHEN DAN MODEL LEE
PADA METODE *FUZZY TIME SERIES* UNTUK PERAMALAN
PRODUKSI KELAPA SAWIT PROVINSI
KALIMANTAN TIMUR**

Ipan ¹, Syaripuddin ², Darnah Andi Nohe ³

^{1,2,3}Program Studi Statistika FMIPA, Universitas Mulawarman, Indonesia

Email: ipan.stat16@gmail.com

ABSTRAK

Fuzzy Time Series (FTS) adalah suatu metode untuk meramalkan data yang akan datang dengan menggunakan logika *fuzzy* sebagai dasar peramalan. FTS memiliki beberapa model diantaranya adalah model Chen dan model Lee yang merupakan hasil perkembangan dari FTS model Song dan Chissom, serta FTS model Cheng untuk meramalkan suatu nilai di masa yang akan datang. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh dan membandingkan hasil peramalan produksi kelapa sawit di Kalimantan Timur pada bulan Desember 2019 menggunakan FTS model Chen dan model Lee. Hasil peramalan Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur menggunakan FTS model Chen pada bulan Desember 2019 adalah 322,659 ribu ton dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 3,29812%, hasil peramalan Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur menggunakan FTS model Lee pada bulan Desember 2019 adalah 324,659 ribu ton dengan nilai MAPE sebesar 3,24582%. Berdasarkan nilai MAPE tersebut maka hasil peramalan data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur dengan metode FTS model Lee lebih baik dari hasil peramalan dengan menggunakan metode FTS model Chen.

Kata Kunci: *FTS, Kelapa Sawit, model Chen, model Lee, Produksi, Peramalan*

1 PENDAHULUAN

Data time series adalah data yang diambil dari suatu interval waktu yang sama dalam jangka waktu tertentu. Interval waktu perekaman dapat terjadi sangat singkat maupun cukup panjang tergantung dari jenis data yang digunakan. Analisis yang memerlukan jumlah data yang banyak dalam suatu periode tertentu dinamakan analisis runtun waktu. Analisis runtun waktu adalah salah satu metode statistika yang digunakan untuk mengolah data runtun waktu sehingga diperoleh model pada peramalan [10].

Peramalan merupakan teknik untuk mengetahui suatu nilai pada masa yang akan datang berdasarkan data historis atau data yang sudah terjadi di masa lalu. Proses peramalan adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan, efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya bergantung pada beberapa faktor yang tidak bisa dilihat pada saat keputusan itu diambil [10]. Peramalan dapat diterapkan di berbagai bidang, seperti bidang sosial-ekonomi, kesehatan, iklim, dan pariwisata. Metode dalam peramalan memiliki beberapa pilihan yang dapat digunakan dalam meramalkan data, *Moving Average*, *Exponential Smoothing* dan sebagainya. Beberapa metode tersebut memerlukan syarat asumsi-asumsi dan pola data tertentu yang harus dipenuhi. Salah satu metode peramalan yang berkembang yang tidak memerlukan asumsi dan pola data tertentu adalah metode *Fuzzy Time Series (FTS)* [20].

Fuzzy Time Series adalah peramalan dengan mengolah pola data masa lalu kemudian digunakan untuk meramalkan data yang akan datang dengan menggunakan logika fuzzy sebagai dasar pemodelan peramalan. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 [6]. Logika fuzzy menyediakan suatu cara untuk mengubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik dan sebaliknya. Peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series (FTS)* dapat menangkap pola dari data masa lalu untuk memproyeksikan data yang akan datang [16].

Pada metode *FTS* menggunakan model Song dan Chissom digunakan untuk memprediksi cuaca. *FTS* yang dibangun oleh Song dan Chissom berhasil menyelesaikan masalah peramalan sehingga banyak metode *FTS* yang berkembang. *FTS* model Chen dan model Lee adalah metode *FTS* yang merupakan pengembangan dari model Song dan Chissom dalam meramalkan suatu nilai di masa yang akan datang [13]. Kedua model ini memiliki langkah-langkah untuk peramalan yang hampir sama dengan *FTS* lainnya. *FTS* Chen dan *FTS* Lee memiliki perbedaan dengan *FTS* lainnya yaitu terletak pada pembentukan *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)*.

Kalimantan Timur adalah propinsi yang masih mengandalkan sektor pertanian sebagai salah satu penunjang perekonomian, dengan meninjau cakupan komoditas, hasil produksi, dan pengusahaannya yang masih dikelola oleh masyarakat menengah ke bawah. Banyak sekali komoditas pertanian yang dikembangkan di Kalimantan Timur. Mulai dari padi, jagung, karet, kelapa sawit, dan masih banyak komoditas pertanian yang lainnya. Berdasarkan data volume ekspor yang dicatat oleh Kementerian Pertanian dari tahun 2012 hingga tahun 2016, terdapat lima komoditas dengan volume ekspor terbesar yaitu komoditas karet, kelapa sawit, kelapa, kakao, dan kopi [11]. Dari kelima komoditas tersebut, kelapa sawit menjadi salah satu pusat perhatian pemerintah dan investor. Hal ini disebabkan oleh kelapa

sawit yang merupakan sumber daya alam hayati yang bisa diperbarui serta didukung dengan lahan yang luas.

Minyak kelapa sawit (Crude Palm Oil (CPO)) merupakan hasil dari pengolahan buah kelapa sawit berupa minyak nabati yang dihasilkan dari buah kelapa sawit yang berwarna kuning dan minyak inti sawit (Palm Kernel Oil (PKO)) yang tidak berwarna (jernih). Minyak kelapa sawit memiliki beragam keunggulan yang terletak pada penggunaannya sebagai bahan baku beragam industri, baik industri pangan maupun non-pangan. Potensi minyak kelapa sawit di Indonesia sangat besar dan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Indonesia telah menjadi produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia melebihi Malaysia. Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi yang mengembangkan potensi kelapa sawit sekaligus salah satu provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil produksi kelapa sawit Provinsi Kalimantan Timur dengan menggunakan metode Fuzzy Time Series model Chen dan model Lee.

2 TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Peramalan

Peramalan atau *forecasting* adalah suatu upaya untuk memperoleh gambaran mengenai apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Untuk melakukan peramalan diperlukan metode tertentu dan metode mana yang digunakan tergantung dari data dan informasi yang akan diramal serta tujuan yang hendak dicapai. Dalam hal ini gambaran yang didapat tersebut akan menjadi acuan untuk membuat suatu keputusan. Pada kondisi yang tidak menentu sulit bagi kita untuk menentukan suatu perencanaan yang efektif. Peramalan dapat membantu para pemimpin untuk mengurangi ketidakpastian dalam melakukan perencanaan [10].

1.2 Analisis *Time Series*

Analisis *time series* pertama kali diperkenalkan dan dikembangkan pada tahun 1970 oleh Box dan Jenkins. *Time series* adalah himpunan observasi terurut dalam waktu atau dalam dimensi lain. Waktu antara dua observasi yang berurutan biasanya adalah konstan atau tidak dapat dilakukan akumulasi terhadap observasi untuk suatu periode waktu yang digunakan tidak benar-benar konstan misalnya bulan kalender. Menurut sejarah nilai observasinya, *Time Series* dibedakan menjadi dua yaitu deterministik dan stokastik. Deterministik adalah suatu runtun waktu dimana keadaan yang akan datang dapat diramalakan secara pasti dan tidak perlu penyelidikan kembali. Stokastik adalah suatu runtun waktu dimana keadaan yang akan datang bersifat probabilistik menurut observasi di masa lampau [15].

1.3 Metode *Fuzzy Time Series*

Metode Fuzzy Time Series (FTS) adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh [16] berdasarkan teori himpunan fuzzy dan konsep variabel linguistik dan aplikasinya oleh Zadeh. FTS adalah salah satu metode peramalan dengan mengolah pola dari data masa lalu yang digunakan untuk meramalkan data yang akan datang. FTS digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan dengan data historis adalah nilai-nilai linguistik. Nilai linguistik tersebut berasal dari bilangan real atas himpunan semesta pada data aktual. Nilai linguistik yang dibentuk bertujuan untuk

menggantikan data historis yang akan diramalkan, sehingga peramalan FTS tidak memerlukan data historis dalam jumlah banyak[12].

1.4 Metode *Fuzzy Time Series Chen*

Penelitian yang dilakukan oleh Chen, Wang dan Pan (2009) tentang penerapan metode *automatic clustering* dan relasi logika *fuzzy* pada peramalan pendaftaran pada Universitas Alabama. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh hasil *Mean Square Error* yang lebih rendah dibandingkan penelitian sebelumnya dengan studi kasus yang sama dengan menggunakan teknik yang berbeda.

Dari penelitian penelitian yang dilakukan oleh Chen, Wang dan Pan (2009), diperoleh perbandingan hasil peramalan dari metode Chen dengan nilai yang berbeda-beda yaitu dengan membagi setiap interval menjadi sub-sub interval. Langkah-langkah peramalan dengan menggunakan FTS Chen adalah sebagai berikut :

1. Menentukan himpunan semesta pembicaraan (U) data aktual dengan rumus berikut :

$$U = [Y \text{ min} - Z_1, Y \text{ max} + Z_2] \quad (1)$$

dengan nilai Z_1 dan Z_2 adalah sembarang bilangan positif.

2. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* dengan rumus sebagai berikut :
 - a. Menentukan panjang interval (R) dengan rumus sebagai berikut :

$$R = Y \text{ max} + Z_2 - Y \text{ min} - Z_1 \quad (2)$$

- b. Hitung rata-rata nilai selisih (*lag absolute*) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{mean} = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |(y_{t+1}) - y_t|}{N-1} \quad (3)$$

dengan y_t adalah data waktu ke- t dan N adalah jumlah data.

- c. Menentukan basis interval (K) hasil dari persamaan (3) dibagi 2 dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{\text{mean}}{2} \quad (4)$$

- d. Menentukan nilai basis interval.
 - e. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* (n) dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{R}{K} \quad (5)$$

- f. Mencari nilai tengah himpunan *fuzzy* (m_i) dengan rumus sebagai berikut :

$$m_i = \frac{(\text{Batas Atas } u_i + \text{Batas Bawah } u_i)}{2} \quad (6)$$

3. *Fuzzyfikasi* adalah proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas (numeris) menjadi variabel linguistik menggunakan nilai keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*. Pendefinisian himpunan *fuzzy* pada A_i melalui nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* u_i disederhanakan dengan nilai diantara 0, 0,5 dan 1 dimana $1 \leq i \leq n$, n adalah

banyaknya himpunan *fuzzy*. Matriks dari pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap A_i dapat diketahui bahwa:

$$\mu_{A_i}(u_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = i \\ 0,5 & \text{jika } i = i - 1 \text{ atau } i = i + 1 \\ 0 & \text{jika yang lainnya} \end{cases} \quad (7)$$

Pada Tabel 2.2 tersebut menghasilkan pendefinisian himpunan *fuzzy* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{A_1}(u_i) &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\ \mu_{A_2}(u_i) &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\ \mu_{A_3}(u_i) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\ &\vdots \\ \mu_{A_n}(u_i) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{1}{u_n} \end{aligned} \quad (8)$$

4. Membuat *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) berdasarkan data aktual. Tahap ini menentukan relasi logika *fuzzy* yaitu $A_i \rightarrow A_j$. A_i merupakan *current state* dan Y_t adalah *next state* pada waktu ke Y_t . Misal, A_i merupakan *current state* dan A_j adalah *next state* pada waktu ke Y_t , maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i \rightarrow A_j$ yang merupakan penulisan FLR.
5. Membuat *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) model Chen. FLRG dilakukan dengan cara mengelompokkan *fuzzyfikasi* yang memiliki *current state* yang sama lalu dikelompokkan menjadi satu grup pada *next state*. Pada FTS Chen, FLR yang sama hanya akan dipilih salah satu. Misalkan, $A_1 : A_1 \rightarrow A_2$, $A_1 \rightarrow A_2$, dan $A_1 \rightarrow A_3$. Dari 3 *fuzzy logical relationship* (FLR) dapat dikelompokkan menjadi $A_1 \rightarrow A_2, A_3$.
6. Melakukan *defuzzyfikasi* dengan mengubah *output fuzzy* yang diperoleh dari aturan-aturan logika *fuzzy* menjadi nilai tegas menggunakan nilai keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan *fuzzyfikasi*. Pada tahap ini, *fuzzy output* akan diubah menjadi nilai tegas (numeris) untuk menghasilkan nilai peramalan.

1.5 Metode *Fuzzy Time Series Lee*

FTS yang dibangun oleh Song dan Chissom berhasil menyelesaikan masalah peramalan, sehingga banyak metode FTS yang dikembangkan guna menyelesaikan berbagai masalah peramalan. FTS Lee adalah salah satu model dari metode FTS yang merupakan perkembangan dari model Song dan Chissom, Cheng, dan Chen dalam meramalkan suatu nilai di masa yang akan datang (Qiu dkk, 2011). Model ini memiliki langkah-langkah untuk peramalan yang hampir sama dengan FTS lainnya. FTS Lee memiliki perbedaan dengan FTS lainnya yaitu terletak pada pembentukan *fuzzy logical relationship group* (FLRG). Langkah-langkah peramalan dengan menggunakan FTS Lee adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan himpunan semesta pembicaraan (U) data aktual dengan rumus :

$$U = [Y \text{ min} - Z_1, Y \text{ max} + Z_2] \quad (9)$$

dengan nilai Z_1 dan Z_2 adalah sembarang bilangan positif.

- b. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* dengan rumus sebagai berikut :

1. Menentukan panjang interval U dengan rumus sebagai berikut :

$$R = Y \text{ max} + Z_2 - Y \text{ min} - Z_1 \quad (10)$$

2. Hitung rata-rata nilai selisih (*lag absolute*) dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{mean} = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |(y_{t+1}) - y_t|}{N-1} \quad (11)$$

dengan y_t adalah data waktu ke- t dan N adalah jumlah data.

3. Menentukan basis interval (K) dengan rumus :

$$K = \frac{\text{mean}}{2} \quad (12)$$

4. Menentukan nilai basis interval.

5. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* (n) dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{R}{K} \quad (13)$$

6. Mencari nilai tengah himpunan *fuzzy* (m_i) dengan rumus sebagai berikut :

$$m_i = \frac{(\text{Batas Atas } u_i + \text{Batas Bawah } u_i)}{2} \quad (14)$$

- c. *Fuzzyfikasi* adalah proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas (numeris) menjadi variabel linguistik menggunakan nilai keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*. Pendefinisian himpunan *fuzzy* pada A_i melalui nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* u_i disederhanakan dengan nilai diantara 0, 0,5, dan 1 dimana $1 \leq i \leq n$, n adalah banyaknya himpunan *fuzzy*. Matriks dari pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap A_i .

$$\mu_{A_i}(u_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = i \\ 0,5 & \text{jika } i = i-1 \text{ atau } i = i+1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (15)$$

Pendefinisian himpunan *fuzzy* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{A_1}(u_i) &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\ \mu_{A_2}(u_i) &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\ \mu_{A_3}(u_i) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_n} \\ &\vdots \\ \mu_{A_n}(u_i) &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{1}{u_n} \end{aligned} \quad (16)$$

- d. Membuat *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) berdasarkan data aktual. Tahap ini menentukan relasi logika fuzzy yaitu $A_i \rightarrow A_j \cdot A_i$ merupakan *current state* dan A_j adalah *next state* pada waktu ke Y_t . Misal, A_i merupakan *current state* $Y_{(t-1)}$ dan A_j adalah *next state* pada waktu ke Y_t , maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i \rightarrow A_j$ yang merupakan penulisan FLR.
- e. Membuat *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) model Lee. FLRG dilakukan dengan cara mengelompokkan *fuzzyfikasi* yang memiliki *current state* yang sama lalu dikelompokkan menjadi satu grup pada *next state*. Pada FTS Lee, semua FLR dikelompokkan menjadi FLRG yang saling berhubungan. Misal, $A_1 : A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$, dan $A_1 \rightarrow A_3$, dari 3 *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dapat dikelompokkan menjadi $A_1 \rightarrow A_2, A_2, A_3$, Lee akan menghasilkan $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$ dan $A_1 \rightarrow A_3$, menurut Lee $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_2$ dapat mempengaruhi nilai peramalan maka nilai tersebut harus dihitung.
- f. Melakukan *defuzzyfikasi*, *defuzzyfikasi* adalah mengubah *output fuzzy* yang diperoleh dari aturan-aturan logika *fuzzy* menjadi nilai tegas menggunakan nilai keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan *fuzzyfikasi*. Pada tahap ini, *fuzzy output* akan diubah menjadi nilai tegas (numeris) untuk menghasilkan nilai peramalan.

1.6 Ketepatan Peramalan

Menurut [5], *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode yang dibagi dengan nilai observasi yang nyata. MAPE berguna untuk mengukur besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai asli. Nilai MAPE yang semakin kecil maka semakin akurat teknik peramalan tersebut dan sebaliknya. Hasil peramalan sangat baik jika memiliki nilai MAPE kurang dari 10% dan mempunyai kemampuan peramalan yang baik jika nilai MAPE kurang dari 20%. Rumus MAPE adalah

$$MAPE = \left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|y_t - \hat{y}_t^{(m)}|}{y_t} \right) \times 100\% \quad (17)$$

dengan :

MAPE : *mean absolute percentage error*

N : Jumlah Sampel

y_t : Data waktu ke- t

$\hat{y}_t^{(m)}$: Nilai peramalan orde ke- m periode ke- t

2 DATA

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur dari bulan Januari 2017 hingga November 2019.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Produksi Kelapa Sawit di Provinsi Kalimantan Timur yang di simbolkan dengan (y_t) .

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

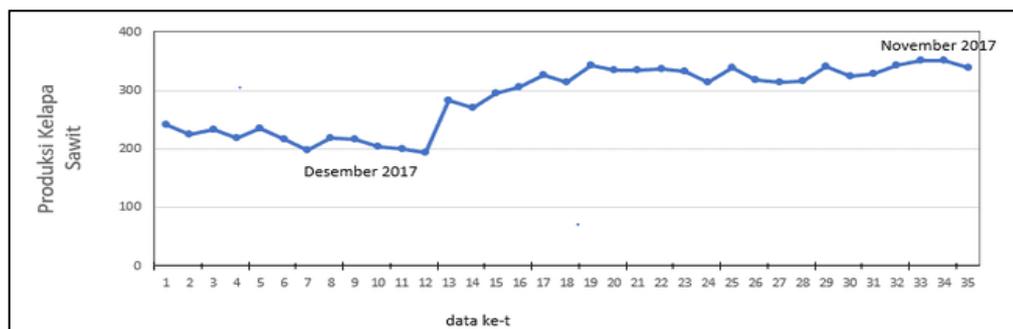
3.1 Analisis Statistika Deskriptif

Tabel 1. Produksi Kelapa Sawit Kalimantan Timur Januari 2017 hingga November 2019

Bulan	Produksi (ribu ton)		
	2017	2018	2019
Januari	241,653	282,599	339,209
Februari	224,703	269,969	316,996
Maret	232,552	294,680	314,697
April	217,665	305,159	315,791
Mei	234,867	327,077	340,31
Juni	215,507	313,961	324,976
Juli	197,256	342,147	327,774
Agustus	217,718	334,077	343,438
September	216,345	333,853	351,064
Oktober	203,207	337,013	351,599
November	199,755	331,569	339,165
Desember	193,659	314,373	-

Sumber : Badan Pusat Statistika Indonesia

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa produksi kelapa sawit terendah di Kalimantan Timur pada bulan Januari 2017 hingga November 2019 terjadi pada bulan Desember 2017 sebesar 193,659 ribu ton. Produksi Kelapa Sawit tertinggi yang terjadi di Kalimantan Timur pada bulan Januari 2017 hingga November 2019 adalah di bulan Oktober 2019 sebesar 351,599 ribu ton. Hal ini dapat dilihat bahwa rentang Produksi Kelapa Sawit pada tahun 2019 berada antara 314,697 ribu ton hingga 351,599 ribu ton.



Gambar 1. Time series plot data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa sumbu horizontal mewakili data ke- t atau periode waktu, sedangkan sumbu vertikal mewakili nilai Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur. Gambar 1 menunjukkan bahwa Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur memiliki pola data *trend* naik. Produksi Kelapa Sawit Terendah di Kalimantan Timur terjadi pada bulan Desember 2017 dan yang tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2019.

3.2 Nilai Peramalan dan Nilai MAPE FTS Chen dari Data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur

Nilai peramalan akhir untuk data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur pada bulan Januari 2017 sampai dengan November 2019 diperoleh dari hasil *defuzzyfikasi* grup FLRG. Misal, perhitungan nilai peramalan pada bulan Februari 2017 ($Y_{(t)}$) memiliki *current state* ($Y_{(t-1)}$) yaitu bulan Januari 2017. Berdasarkan Tabel 4.5, *fuzzyfikasi* bulan Februari 2017 adalah A_5 dan *fuzzyfikasi* bulan Januari 2017 adalah A_7 . Berdasarkan hasil *fuzzyfikasi* tersebut membentuk FLR $A_7 \rightarrow A_5$. Berdasarkan hasil FLR tersebut termasuk ke dalam *defuzzyfikasi* grup FLRG ke-16 dengan hasil peramalan sebesar 226,659 ribu ton. Hasil peramalan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 2. Hasil *Defuzzyfikasi* Nilai Peramalan FTS Chen

No.	Tahun	Bulan	Produksi	$\hat{y}_t^{(1)}$	$\frac{ y_t - \hat{y}_t^{(1)} }{y_t}$
1		Januari	241,653	-	-
2		Februari	224,703	226,659	0,008705
3		Maret	232,552	234,659	0,00906
4		April	217,665	218,659	0,004567
5		Mei	234,867	212,659	0,094556
6	2017	Juni	215,507	218,659	0,014626
7		Juli	197,256	212,659	0,078086
8		Agustus	217,718	250,659	0,151301
9		September	216,345	212,659	0,017038
10		Oktober	203,207	212,659	0,046514
11		November	199,755	198,659	0,005487
12		Desember	193,659	198,659	0,025819
13		Januari	282,599	250,659	0,11302
14		Februari	269,969	266,659	0,01226
15	2018	Maret	294,68	298,659	0,0135
16		April	305,159	306,659	0,00492
17		Mei	327,077	330,659	0,01095

Tabel 2. Hasil Defuzzifikasi Nilai Peramalan FTS Chen (lanjutan)

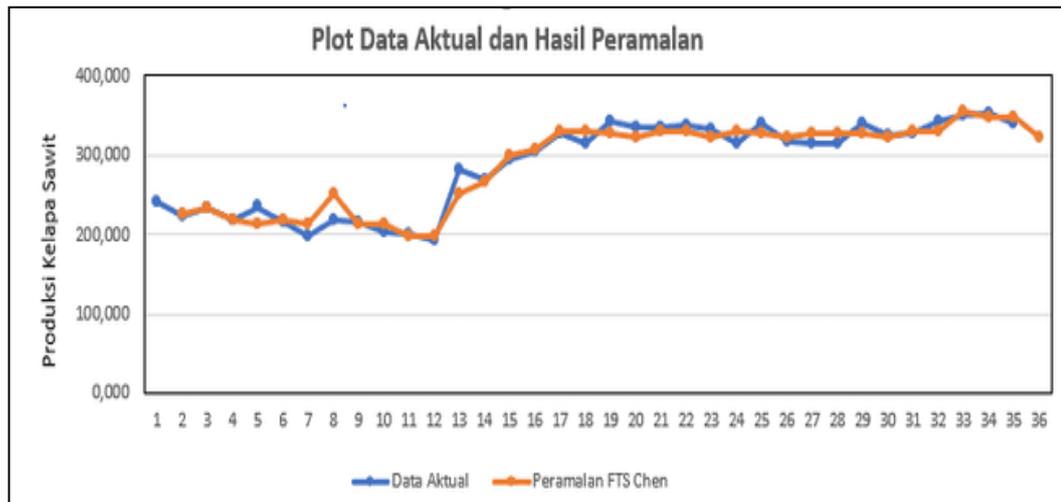
No.	Tahun	Bulan	Produksi	$\hat{y}_t^{(1)}$	$\frac{ y_t - \hat{y}_t^{(1)} }{y_t}$
18	2018	Juni	313,961	329,059	0,04809
19		Juli	342,147	329,059	0,04527
20		Agustus	334,077	324,659	0,03418
21		September	333,853	329,059	0,01436
22		Oktober	337,013	329,059	0,0236
23		November	331,569	324,659	0,02687
24		Desember	314,373	329,059	0,04672
25		Januari	339,209	329,059	0,037
26	2019	Februari	316,996	324,659	0,01787
27		Maret	314,697	329,059	0,03801
28		April	315,791	329,059	0,03442
29		Mei	340,31	329,059	0,04011
30		Juni	324,976	324,659	0,00713
31		Juli	327,774	330,659	0,0088
32		Agustus	343,438	329,059	0,04187
33		September	351,064	354,659	0,01024
34		Oktober	351,599	346,659	0,01433
35		November	339,165	346,659	0,0221

$$\sum_{t=2}^{35} \frac{|y_t - \hat{y}_t^{(1)}|}{y_t} = 1,121361$$

Nilai peramalan satu bulan kedepan yaitu bulan Desember 2019 dapat dihitung dengan mencari FLRG yang terbentuk. Sebelum mencari FLRG yang terbentuk, terlebih dahulu menentukan *fuzzyfikasi* bulan November 2019 ($Y_{(t-1)}$). Berdasarkan nilai *fuzzyfikasi* bulan November 2019 ($Y_{(t-1)}$) adalah A_{19} . Berdasarkan nilai *fuzzyfikasi* dari A_{19} membentuk FLR $A_{19} \rightarrow A_{16}$, $A_{19} \rightarrow A_{17}$, dan $A_{19} \rightarrow A_{18}$. Berdasarkan hasil FLR tersebut termasuk ke dalam *defuzzifikasi* grup grup ke-9 dengan hasil peramalan sebesar 322,659 ribu ton. Sehingga, hasil peramalan bulan Desember 2019 adalah 322,659 ribu ton. Hasil peramalan tersebut menunjukkan bahwa Produksi Kelapa Sawit mengalami penurunan dibanding bulan sebelumnya. Hal ini terjadi karena hasil peramalan Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur pada bulan Desember 2019 lebih besar dari Produksi Kelapa sawit di bulan November 2019 sebesar 339,165 ribu ton.

Langkah selanjutnya menghitung nilai MAPE hasil peramalan FTS Chen orde 1. Berikut adalah perhitungan nilai MAPE dari hasil peramalan FTS Chen :

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \left(\frac{1}{N} \sum_{t=2}^{35} \frac{|y_t - \hat{y}_t^{(1)}|}{y_t} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{1}{35} \times 1,121361 \right) \times 100\% \\
 &= 3,29812
 \end{aligned}$$



Gambar 2. *Time Series Plot* perbandingan hasil peramalan FTS Chen dengan data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa *time series plot* hasil peramalan FTS Chen orde 1 cenderung mendekati *time series plot* data aktual Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur. Berdasarkan perhitungan nilai MAPE dengan FTS Chen, diperoleh nilai MAPE sebesar 3,29812. Nilai MAPE tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan NTPT di Kalimantan Timur dengan menggunakan FTS Chen orde 1 adalah sangat baik karena kurang dari 10%.

3.3 Nilai Peramalan dan Nilai MAPE FTS Lee dari Data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur

Tabel 3. Hasil Defuzzyfikasi Nilai Peramalan FTS Lee

No.	Tahun	Bulan	Produksi	$\hat{y}_t^{(1)}$	$\frac{ y_t - \hat{y}_t^{(1)} }{y_t}$
1		Januari	241,653	-	-
2		Februari	224,703	226,659	0,008705
3		Maret	232,552	234,659	0,00906
4	2017	April	217,665	218,659	0,004567
5		Mei	234,867	212,659	0,094556
6		Juni	215,507	218,659	0,014626
7		Juli	197,256	212,659	0,078086

Tabel 3. Hasil Defuzzyfikasi Nilai Peramalan FTS Lee (lanjutan)

No.	Tahun	Bulan	Produksi	$\hat{y}_t^{(1)}$	$\frac{ y_t - \hat{y}_t^{(1)} }{y_t}$
8	2017	Agustus	217,718	250,659	0,151301
9		September	216,345	212,659	0,017038
10		Oktober	203,207	212,659	0,046514
11		November	199,755	198,659	0,005487
12		Desember	193,659	198,659	0,025819
13		Januari	282,599	250,659	0,113022
14		Februari	269,969	266,659	0,012261
15	2018	Maret	294,680	298,659	0,013503
16		April	305,159	306,659	0,004915
17		Mei	327,077	330,659	0,010952
18		Juni	313,961	329,059	0,048089
19		Juli	342,147	329,059	0,038253
20		Agustus	334,077	324,659	0,028191
21		September	333,853	329,059	0,01436
22		Oktober	337,013	329,059	0,023601
23		November	331,569	324,659	0,02084
24		Desember	314,373	329,059	0,046715
25		2019	Januari	339,209	329,059
26	Februari		316,996	324,659	0,024174
27	Maret		314,697	329,059	0,045638
28	April		315,791	329,059	0,042015
29	Mei		340,31	329,059	0,033061
30	Juni		324,976	324,659	0,000975
31	Juli		327,774	330,659	0,008802
32	Agustus		343,438	329,059	0,041868
33	September		351,064	354,659	0,01024
34	Oktober		351,699	346,659	0,01433
35	November	339,165	346,659	0,022095	

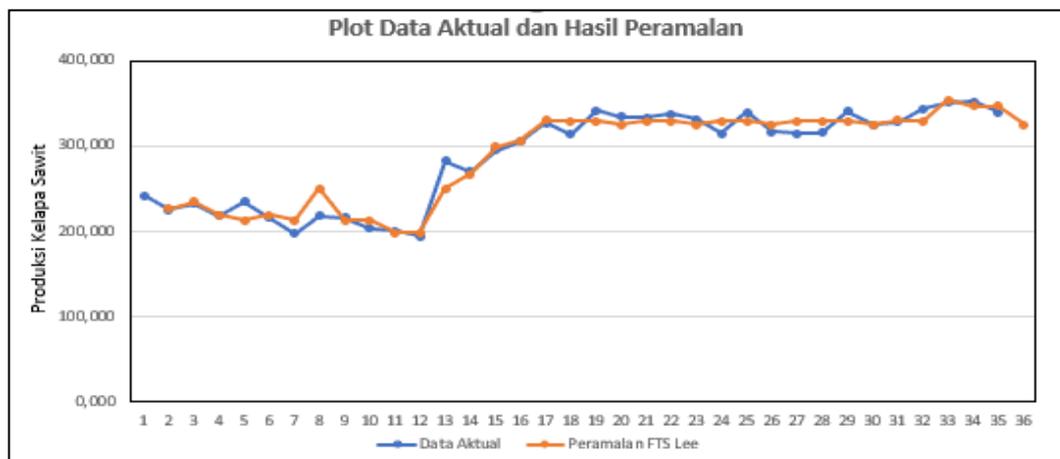
$$\sum_{t=2}^{35} \frac{|y_t - \hat{y}_t^{(1)}|}{y_t} = 1,10358$$

Nilai peramalan satu bulan kedepan yaitu bulan Desember 2019 dapat dihitung dengan mencari FLRG yang terbentuk. Sebelum mencari FLRG yang terbentuk, terlebih dahulu menentukan *fuzzyfikasi* bulan November 2019 ($Y_{(t-1)}$). Berdasarkan nilai *fuzzyfikasi* bulan November 2019 ($Y_{(t-1)}$) adalah A_{19} . Berdasarkan nilai *fuzzyfikasi* dari A_{19} membentuk FLR $A_{19} \rightarrow A_{16}$, $A_{19} \rightarrow A_{17}$, $A_{19} \rightarrow A_{18}$ dan $A_{19} \rightarrow A_{18}$. Berdasarkan hasil FLR tersebut termasuk ke dalam *defuzzyfikasi* grup grup ke-9 dengan hasil peramalan sebesar 322,659 ribu ton. Sehingga, hasil peramalan bulan Desember 2019 adalah 324,659 ribu ton. Hasil peramalan tersebut

menunjukkan bahwa Produksi Kelapa Sawit mengalami penurunan dibanding bulan sebelumnya. Hal ini terjadi karena hasil peramalan Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur pada bulan Desember 2019 lebih besar dari Produksi Kelapa sawit di bulan November 2019 sebesar 339,165 ribu ton.

Langkah selanjutnya menghitung nilai MAPE hasil peramalan FTS Lee orde 1. Nilai MAPE pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan persamaan (2.17). Berikut adalah perhitungan nilai MAPE dari hasil peramalan FTS Lee :

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \left(\frac{1}{N} \sum_{t=2}^{35} \frac{|y_t - y_t^{(1)}|}{y_t} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{1}{35} \times 1,10358 \right) \times 100\% \\
 &= 3,24582
 \end{aligned}$$



Gambar 3 Time Series Plot perbandingan hasil peramalan FTS Lee dengan data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa *time series plot* hasil peramalan FTS Lee orde 1 cenderung mendekati *time series plot* data aktual Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur. Berdasarkan perhitungan nilai MAPE dengan FTS Lee, diperoleh nilai MAPE sebesar 3,24582. Nilai MAPE tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan NTPT di Kalimantan Timur dengan menggunakan FTS Lee orde 1 adalah sangat baik karena kurang dari 10%.

4 KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. Hasil peramalan data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur pada bulan Desember 2019 menggunakan metode FTS model *Chen* adalah sebesar 322,659 ribu ton.
2. Hasil peramalan data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur pada bulan Desember 2019 menggunakan metode FTS model *Lee* adalah sebesar 324,659 ribu ton.

3. Peramalan dengan Metode *Fuzzy Time Series* antara Model Chen dan Lee yang menghasilkan nilai tingkat kesalahan yang terendah adalah menggunakan model FTS model Lee dengan nilai MAPE 3,24582% dan hasil peramalan untuk bulan Desember 2019 adalah sebesar 324,659 ribu ton. Nilai MAPE tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur dengan menggunakan metode FTS model Lee lebih baik untuk digunakan pada data Produksi Kelapa Sawit di Kalimantan Timur .

4.2 Saran

Pada penelitian ini membandingkan *fuzzy time series* model Chen dan model Lee, sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan *fuzzy time series* lainnya, seperti : *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur, *fuzzy time series* Stevenson Porter, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aswi & Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu Aplikasi dan Teori*. Makassar: Andira Publisher.
- [2] Badan Pusat Statistik. 2007. *Pembukuan Statistik Perkebunan*. Jakarta.
- [3] Elfajar, A. B., Setiawan, B. D., & Dewi, C. (2017). Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* . *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* : 1(2), 85-94.
- [4] Handayani, L., & Anggriani, D. (2015). Perbandingan Model Chen dan Model Lee pada Metode Fuzzy Time Series untuk Prediksi Harga Emas. *Jurnal Pseudocode* : 2(1), 28-36.
- [5] Jumingan. (2009). *Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Jakarta: PT. BUMI AKSARA.
- [6] Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 1*. Yogyakarta; Graha Ilmu..
- [7] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [8] Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2010). *Integrasi sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf (edisi ke-2)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Zadeh, L. A, 1965, *Fuzzy Set. Information and Control*, 8: 338-353.
- [10] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGree, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan (edisi ke-2)*. Jakarta: Erlangga.
- [11] Murjoko. 2017. Analisis Kinerja Ekspor 5 Komoditas Perkebunan Unggulan Indonesia Tahun 2012-2016. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. *Jurnal ISBN 978-979-3812-42-7*.
- [12] Nugroho, K. (2016). Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Jurnal Infokam* : 8(1), 46-50.
- [13] Qiu, W., Liu, X., & Li, H. (2011). A generalized method for forecasting based on fuzzy time series. *Expert System with Applications*. 38, 10446 – 10453.
- [14] Sanders N.R., & Ritzman L.P. 2004. Integrating Judgmental And Quantitative Forecasts: Methodologies For Pooling Marketing And

- Operations Information. *International Journal of Operation Production Management*, Vol. 24(5), 514–529.
- [15] Soejoeti, Zanzawi. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta. Karunika Jakarta.
- [16] Song, Q., dan Chissom, B., S. (1993). “Forecasting Enrollments With Fuzzy Time Series-Part I”. *Fuzzy Sets and Systems*, 54(1): 1-9.
- [17] Sudjana. (1989). *Metoda Statistika*. Bandung: PT. TARSITO.
- [18] Supranto, 2001, *Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan untuk Menaikkan Pangsa Pasar*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, 230,243
- [19] Tamrin, H., Noh, J., & Hamzah, S. (2018). Perbandingan Model Chen dan Model Lee pada Metode Fuzzi Time Series untuk Prediksi Jumlah Ikan. *Jurnal Teknologi Informatika (J-TIFA)* : 5.1(1), 8-17.
- [20] Wang, Y., Lei, Y., Fan, X. (2015). Intuitionistic Fuzzy Time Series Forecasting Model Based on Intuitionistic Fuzzy Reasoning. *International Journal of Mathematical Problems in Engineering* : 2016(1), 1-12.
- [21] Wangren Qiu, Xiaodong Liu dan Hailin Li. (2011) A generalized method for forecasting based on fuzzy time series. *Expert System with Applications*. 38, 10446 – 10453.
- [22] XIHAO, S., YIMIN, L., 2008. Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound index. *World Journal of Modelling and Simulation*, Vol.4, No.2, pp.104-111.
- [23] Zadeh, L. A, 1965, Fuzzy Set. *Information and Control*, 8: 338-353