

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Statistika Deskriptif

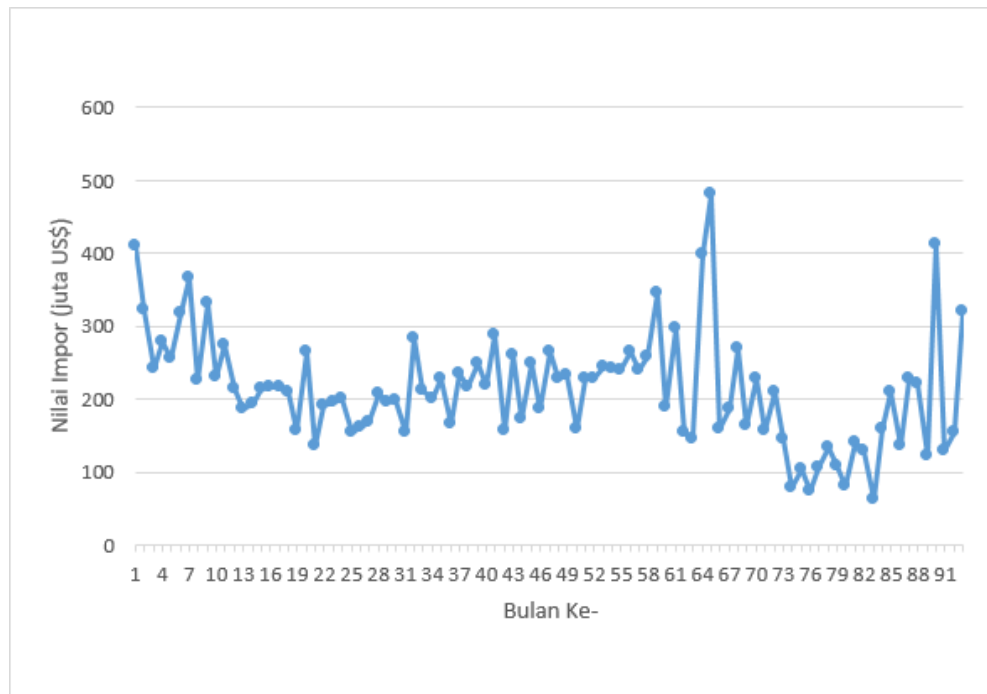
Analisis statistika deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran umum pada data nilai impor Provinsi Lampung pada bulan Januari 2014 hingga September 2021 yang berjumlah 93 data. Berikut adalah hasil analisis statistika deskriptif dari 93 data.

Tabel 4.1. Analisis Statistika Deskriptif Data Nilai Impor Provinsi Lampung

N	<i>Mean</i>	<i>Standar Deviasi</i>	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
93	213,74	76,59	61,8	157,97	211,99	248,15	480,08

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa hasil analisis deskriptif data nilai impor Provinsi Lampung pada bulan Januari 2014 hingga September 2021 memiliki nilai minimum sebesar 61,8 juta US\$, nilai maksimal sebesar 480,08 juta US\$ dan nilai *mean*nya sebesar 213,74 juta US\$. Data nilai impor Provinsi Lampung memiliki nilai *standar deviasi* sebesar 76,59 dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai *mean*nya yang berarti bahwa data tersebar dengan baik atau secara

merata. Adapun bentuk plot nilai impor Provinsi Lampung adalah sebagai berikut.



Gambar 4.1. Plot Data Nilai Impor Provinsi Lampung.

Berdasarkan Gambar 4.1. dapat diketahui bahwa plot data nilai impor Provinsi Lampung mengalami fluktuasi naik turun secara acak di setiap bulannya. Kenaikan tertinggi terjadi pada bulan ke-65 atau bulan Mei di tahun 2019 yaitu sebesar 480,08 juta US\$. Sedangkan nilai impor terendah terjadi pada bulan ke-83 atau bulan November di tahun 2020 yaitu sebesar 61,8 juta US\$. Pola data yang terbentuk dari data tersebut adalah pola siklik karna data mengalami fluktuasi naik turun yang disebabkan oleh fluktuasi ekonomi.

4.2 Fuzzy Time Series Chen

Penerapan metode *fuzzy time series chen* dalam penelitian ini menggunakan data nilai impor Provinsi Lampung pada Bulan Januari 2014 hingga bulan September 2021. Adapun langkah-langkah metodenya sebagai berikut:

1. Menentukan Himpunan Semesta (U)

Pada langkah ini himpunan semesta dibentuk dengan lambang U dengan definisi $U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$ dimana D_{min} merupakan nilai minimum dan D_{max} merupakan nilai maksimum. Sedangkan nilai D_1 dan D_2 merupakan nilai positif sembarang yang ditentukan oleh peneliti.

Berdasarkan Tabel 4.1 nilai impor memiliki nilai minimum atau D_{min} sebesar 61,8 juta US\$ dan nilai maksimal atau D_{max} sebesar 480,08 juta US\$. Kemudian untuk nilai D_1 dan D_2 peneliti menetapkan nilai masing-masing sebesar 0 dan 10 juta US\$. Sehingga himpunan semesta yang dihasilkan yaitu:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\ &= [61,8 - 0; 480,08 + 10] \\ &= [61,8; 490,08] \end{aligned}$$

2. Pembentukan Interval

Untuk membentuk interval terlebih dahulu menentukan jumlah interval dan panjang interval. Kemudian interval-interval dapat terbentuk. Jumlah interval ditentukan dengan menggunakan aturan *Sturges*. Berdasarkan Persamaan (2.7) maka banyaknya jumlah interval yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Jumlah\ interval &= 1 + 3,322 \log(n) \\
&= 1 + 3,322 \log(93) \\
&= 1 + 3,322(1,968) \\
&= 1 + 6,539 \\
&= 7,539 \\
&\approx 8
\end{aligned}$$

sehingga banyaknya interval yang diperoleh yaitu 8 interval. Berdasarkan Persamaan (2.8) diperoleh panjang interval (l) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
Panjang\ interval &= \frac{D_{max} - D_{min}}{Jumlah\ interval} \\
&= \frac{490,08 - 61,8}{8} \\
&= 54
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dengan menggunakan aturan *Sturges* didapatkan jumlah interval sebesar 8 dan panjang interval sebesar 54 maka menghasilkan nilai u_1 sampai dengan u_8 yang merupakan interval-interval dari himpuunan semesta (U) dengan nilai tengah (m). Berikut adalah interval yang terbentuk:

Tabel 4.2. Interval dari Himpunan Semesta (U)

Kelas	Interval (u)	Nilai Tengah (m)
1	$u_1 = [61,800; 115,335]$	$m_1 = 88,5675$
2	$u_2 = [115,335; 168,870]$	$m_2 = 142,1025$
3	$u_3 = [168,870; 222,405]$	$m_3 = 195,6375$
4	$u_4 = [222,405; 275,940]$	$m_4 = 249,1725$
5	$u_5 = [275,940; 329,475]$	$m_5 = 302,7075$
6	$u_6 = [329,475; 383,010]$	$m_6 = 356,2425$
7	$u_7 = [383,010; 436,545]$	$m_7 = 409,7775$
8	$u_8 = [436,545; 490,080]$	$m_8 = 463,3125$

Berdasarkan Tabel 4.2. dapat diketahui interval dari himpunan semesta U .

Untuk memperoleh nilai tengah dari setiap kelas yaitu dengan menggunakan Persamaan (2.10).

3. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) A_i ditentukan sebanyak interval yang telah ditentukan sebelumnya yaitu sebanyak 8 kelas interval, maka himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) A_i yang terbentuk adalah sebanyak 8 himpunan. Nilai keanggotaan himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) A_i berada diantara 0, 0.5, 1 dimana $1 \leq i \leq 8$. Himpunan-himpunan *fuzzy* yang terbentuk berdasarkan aturan derajat keanggotaan berdasarkan Persamaan (2.11) adalah sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_4 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_5 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_6 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{1}{u_6} + \frac{0,5}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_7 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} + \frac{1}{u_7} + \frac{0,5}{u_8}$$

$$A_8 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0,5}{u_7} + \frac{1}{u_8}$$

Berdasarkan definisi dari setiap himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) A_i di atas dapat diketahui pada A_8 memiliki definisi yaitu derajat keanggotaan u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 dan u_6 terhadap A_8 bernilai 0, derajat keanggotaan u_7 terhadap A_8 bernilai 0,5, serta derajat keanggotaan u_8 terhadap A_8 bernilai 1.

4. Melakukan *Fuzzyfikasi* Terhadap Data Historis

Tahap selanjutnya adalah melakukan *fuzzyfikasi* data nilai impor ke dalam bentuk nilai linguistik berdasarkan interval yang telah terbentuk sebelumnya. Misalnya data bulan Januari 2014 ($t = 1$) adalah sebesar 409,2 juta US\$ termasuk ke dalam interval $u_7 = [383,01; 436,545]$, maka *fuzzyfikasi* data bulan Januari 2014 adalah A_7 . Berikut adalah hasil *fuzzyfikasi* dari data nilai impor Provinsi Lampung.

Tabel 4.3. *Fuzzyfikasi* Data Nilai Impor Provinsi Lampung

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	<i>Fuzzyfikasi</i>
1	2014	Januari	409,20	A_7
2		Februari	321,57	A_5
3		Maret	242,45	A_4
4		April	278,12	A_5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
90	2021	Juni	412,85	A_7
91		Juli	129,22	A_2
92		Agustus	153,85	A_2
93		September	320,25	A_5

5. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Menentukan FLR dengan memperhatikan *fuzzy* A_i dari bulan ke bulan untuk $1 \leq i \leq 8$. FLR dapat ditulis $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i adalah himpunan sisi kiri atau pengamatan sebelumnya ($F(t - 1)$) dan A_j adalah himpunan sisi kanan atau pengamatan sesudah data sebelumnya ($F(t)$) pada data *time series*. Berikut merupakan hasil FLR dari data nilai impor Provinsi Lampung.

Tabel 4.4. FLR Data Nilai Impor Provinsi Lampung

No	Tahun	Bulan	FLR
1	2014	Januari	
2		Februari	$A_7 \rightarrow A_5$
3		Maret	$A_5 \rightarrow A_4$
4		April	$A_4 \rightarrow A_5$
⋮	⋮	⋮	⋮

Tabel 4.4. (lanjutan)

No	Tahun	Bulan	FLR
90	2021	Juni	$A_2 \rightarrow A_7$
91		Juli	$A_7 \rightarrow A_2$
92		Agustus	$A_2 \rightarrow A_2$
93		September	$A_2 \rightarrow A_5$

6. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Berdasarkan hasil *fuzzy logic relations* (FLR) dapat dibentuk *fuzzy logic relations group* (FLRG) dengan cara mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri ($F(t - 1)$) yang sama. Berikut merupakan hasil pengelompokkan atau FLRG yang didapatkan berdasarkan hasil FLR data nilai impor Provinsi Lampung

Tabel 4.5. FLRG Data Nilai Impor Provinsi Lampung

Grup	FLRG
A_1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$
A_2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_7$
A_3	$A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5$
A_4	$A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$
A_5	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6$
A_6	$A_6 \rightarrow A_3, A_4$
A_7	$A_7 \rightarrow A_2, A_5, A_8$
A_8	$A_8 \rightarrow A_2$

7. Peramalan

Setelah *fuzzy logic relations group* (FLRG) didapatkan, maka selanjutnya dilakukan proses *defuzzyfikasi* serta dilakukan perhitungan nilai peramalan menggunakan *fuzzy time series chen*. Misalnya pada grup 1 mengandung *fuzzy logic relationship group* A_1, A_3, A_4 sehingga pada A_1 menggunakan nilai tengah dari $u_1 (m_1)$, A_3 menggunakan nilai tengah dari $u_3 (m_3)$, dan A_4 menggunakan nilai tengah dari $u_4 (m_4)$. Kemudian ketiga nilai tengah tersebut dihitung rata-ratanya menggunakan Persamaan (2.12) yaitu

$$\hat{y}(t) = \frac{m_1 + m_3 + m_4}{3}. \text{ Sehingga diperoleh hasil perhitungan nilai}$$

defuzzyfikasi dari masing-masing group FLRG dan nilai *defuzzyfikasi* dari data nilai impor Provinsi Lampung sebagai berikut:

Tabel 4.6. *Defuzzyfikasi FLRG*

Grup	FLRG	Rumus <i>Defuzzyfikasi</i> ($\hat{y}(t)$)	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
A_1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	115,34
A_2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_7$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_7}{6}$	231,33
A_3	$A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4 + m_5}{4}$	222,41
A_4	$A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6}{5}$	249,17
A_5	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4 + m_6}{4}$	235,79
A_6	$A_6 \rightarrow A_3, A_4$	$\frac{m_3 + m_4}{2}$	222,41
A_7	$A_7 \rightarrow A_2, A_5, A_8$	$\frac{m_2 + m_5 + m_8}{3}$	302,71
A_8	$A_8 \rightarrow A_2$	m_2	142,10

Tabel 4.7. *Defuzzyfikasi* Data Nilai Impor Provinsi Lampung

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	<i>Fuzzyfikasi</i>	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
1	2014	Januari	409,20	A ₇	302,71
2		Februari	321,57	A ₅	235,79
3		Maret	242,45	A ₄	249,17
4		April	278,12	A ₅	235,79
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
90	2021	Juni	412,85	A ₇	302,71
91		Juli	129,22	A ₂	231,31
92		Agustus	153,85	A ₂	231,31
93		September	320,25	A ₅	235,79

Berdasarkan Tabel 4.7 maka diperoleh hasil nilai peramalan untuk data nilai impor Provinsi Lampung pada bulan Januari 2014 hingga September 2021 dengan menggunakan *fuzzy time series chen* atau *fuzzy time series chen* orde satu sebagai berikut:

Tabel 4.8. Hasil Nilai Peramalan Data Nilai Impor Provinsi Lampung

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	Nilai Peramalan
1	2014	Januari	409,20	
2		Februari	321,57	302,71
3		Maret	242,45	235,79
4		April	278,12	249,17
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
90	2021	Juni	412,85	231,33
91		Juli	129,22	302,71
92		Agustus	153,85	231,33
93		September	320,25	231,33

4.3 Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi

Pada *fuzzy time series* orde tinggi melibatkan dua atau lebih data historis. Untuk pembentukan himpunan semesta dan pembentukan interval langkahnya sama seperti pada orde satu, yang membedakan langkahnya yaitu dimulai dari penentuan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

4.3.1 Orde Dua

Pada orde dua melibatkan dua data historis sehingga pada pembentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) ditulis menjadi $F(t - 2), F(t - 1) \rightarrow F(t)$. Kemudian terbentuk *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan $F(t - 2)$ dan $F(t - 1)$. Misal jika $F(t - 2) = A_i$, $F(t - 1) = A_j$, dan $F(t) = A_k$, maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i, A_j \rightarrow A_k$.

1. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) Orde Dua

Berdasarkan hasil *fuzzyfikasi* seperti pada Tabel 4.3 dapat ditentukan FLR dengan melibatkan dua data historis yaitu $F(t - 2)$ dan $F(t - 1)$. Berikut ini adalah hasil FLR orde dua data nilai impor Provinsi Lampung.

Tabel 4.9. FLR Orde Dua Data Nilai Impor Provinsi Lampung

No	Tahun	Bulan	FLR
1	2014	Januari	
2		Februari	
3		Maret	$A_7, A_5 \rightarrow A_4$
4		April	$A_5, A_4 \rightarrow A_5$
5		Mei	$A_4, A_5 \rightarrow A_4$
⋮	⋮	⋮	⋮
90	2021	Juni	$A_3, A_2 \rightarrow A_7$
91		Juli	$A_2, A_7 \rightarrow A_2$
92		Agustus	$A_7, A_2 \rightarrow A_2$
93		September	$A_2, A_2 \rightarrow A_5$

2. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Setelah FLR terbentuk untuk orde dua, maka dilanjutkan untuk menentukan FLRG dengan mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri yang sama ($F(t - 2), F(t - 1)$). Berikut merupakan hasil FLRG orde dua.

Tabel 4.10. FLRG Orde Dua Data Nilai Impor Provinsi Lampung

Grup	FLRG
A_1, A_1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2$
A_1, A_2	$A_1, A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$
A_2, A_1	$A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_2$
A_2, A_2	$A_2, A_2 \rightarrow A_1, A_3, A_5, A_7$

Tabel 4.10. (lanjutan)

Grup	FLRG
A_2, A_3	$A_2, A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$
A_2, A_4	$A_2, A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4$
A_2, A_5	$A_2, A_5 \rightarrow A_3$
A_2, A_7	$A_2, A_7 \rightarrow A_2, A_8$
A_3, A_2	$A_3, A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_4, A_5, A_7$
A_3, A_3	$A_3, A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$
A_3, A_4	$A_3, A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4$
A_3, A_5	$A_3, A_5 \rightarrow A_2$
A_4, A_2	$A_4, A_2 \rightarrow A_3, A_4$
A_4, A_3	$A_4, A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5$
A_4, A_4	$A_4, A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6$
A_4, A_5	$A_4, A_5 \rightarrow A_4, A_6$
A_4, A_6	$A_4, A_6 \rightarrow A_3, A_4$
A_5, A_2	$A_5, A_2 \rightarrow A_2, A_4$
A_5, A_3	$A_5, A_3 \rightarrow A_3$
A_5, A_4	$A_5, A_4 \rightarrow A_5$
A_5, A_6	$A_5, A_6 \rightarrow A_4$
A_6, A_3	$A_6, A_3 \rightarrow A_5$
A_6, A_4	$A_6, A_4 \rightarrow A_4, A_6$
A_7, A_2	$A_7, A_2 \rightarrow A_2$
A_7, A_5	$A_7, A_5 \rightarrow A_4$
A_7, A_8	$A_7, A_8 \rightarrow A_2$
A_8, A_2	$A_8, A_2 \rightarrow A_3$

3. Peramalan

Setelah *fuzzy logic relations group* (FLRG) orde dua didapatkan, maka selanjutnya dilakukan proses *defuzzyfikasi* serta dilakukan perhitungan nilai peramalan menggunakan *fuzzy time series chen*. Cara perhitungannya sama seperti pada orde satu.

Tabel 4.11. *Defuzzyfikasi* FLRG Orde Dua

Grup	FLRG	Rumus <i>Defuzzyfikasi</i> ($\hat{y}(t)$)	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
A_1, A_1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	115,34
A_1, A_2	$A_1, A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}$	142,10
A_2, A_1	$A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	115,34
A_2, A_2	$A_2, A_2 \rightarrow A_1, A_3, A_5, A_7$	$\frac{m_1 + m_3 + m_5 + m_7}{4}$	249,17
A_2, A_3	$A_2, A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4}{3}$	195,64
A_2, A_4	$A_2, A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4}{3}$	195,64
A_2, A_5	$A_2, A_5 \rightarrow A_3$	m_3	195,64
A_2, A_7	$A_2, A_7 \rightarrow A_2, A_8$	$\frac{m_2 + m_8}{2}$	302,71
A_3, A_2	$A_3, A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_4, A_5, A_7$	$\frac{m_1 + m_2 + m_4 + m_5 + m_7}{5}$	238,47
A_3, A_3	$A_3, A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4}{3}$	195,64
A_3, A_4	$A_3, A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4}{3}$	195,64
A_3, A_5	$A_3, A_5 \rightarrow A_2$	m_2	142,10
A_4, A_2	$A_4, A_2 \rightarrow A_3, A_4$	$\frac{m_3 + m_4}{2}$	222,41
A_4, A_3	$A_4, A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4 + m_5}{4}$	222,41

Tabel 4.11. (lanjutan)

Grup	FLRG	Rumus <i>Defuzzyfikasi</i> ($\hat{y}(t)$)	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
A_4, A_4	$A_4, A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4 + m_6}{4}$	235,79
A_4, A_5	$A_4, A_5 \rightarrow A_4, A_6$	$\frac{m_4 + m_6}{2}$	302,71
A_4, A_6	$A_4, A_6 \rightarrow A_3, A_4$	$\frac{m_3 + m_4}{2}$	222,41
A_5, A_2	$A_5, A_2 \rightarrow A_2, A_4$	$\frac{m_2 + m_4}{2}$	195,64
A_5, A_3	$A_5, A_3 \rightarrow A_3$	m_3	195,64
A_5, A_4	$A_5, A_4 \rightarrow A_5$	m_5	302,71
A_5, A_6	$A_5, A_6 \rightarrow A_4$	m_4	249,17
A_6, A_3	$A_6, A_3 \rightarrow A_5$	m_5	302,71
A_6, A_4	$A_6, A_4 \rightarrow A_4, A_6$	$\frac{m_4 + m_6}{2}$	302,71
A_7, A_2	$A_7, A_2 \rightarrow A_2$	m_2	142,10
A_7, A_5	$A_7, A_5 \rightarrow A_4$	m_4	249,17
A_7, A_8	$A_7, A_8 \rightarrow A_2$	m_2	142,10
A_8, A_2	$A_8, A_2 \rightarrow A_3$	m_3	195,64

Tabel 4.12. *Defuzzyfikasi* Orde Dua Data Nilai Impor Provinsi Lampung

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	<i>Fuzzyfikasi</i>	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
1	2014	Januari	409,20	A ₇	
2		Februari	321,57	A ₅	249,17
3		Maret	242,45	A ₄	302,71
4		April	278,12	A ₅	302,71
5		Mei	255,64	A ₄	302,71
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Tabel 4.12. (lanjutan)

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	<i>Fuzzyfikasi</i>	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
90	2021	Juni	412,85	A_7	302,71
91		Juli	129,22	A_2	142,10
92		Agustus	153,85	A_2	249,17
93		September	320,25	A_5	195,64

Berdasarkan Tabel 4.12. maka diperoleh hasil nilai peramalan untuk data nilai impor Provinsi Lampung pada bulan Januari 2014 hingga September 2021 dengan menggunakan *Fuzzy Time Series Chen* orde dua sebagai berikut:

Tabel 4.13. Hasil Nilai Peramalan Orde Dua Data Nilai Impor Provinsi Lampung

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	Nilai Peramalan
1	2014	Januari	409,20	
2		Februari	321,57	
3		Maret	242,45	249,17
4		April	278,12	302,71
5		Mei	255,64	302,71
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
90	2021	Juni	412,85	238,47
91		Juli	129,22	302,71
92		Agustus	153,85	142,10
93		September	320,25	249,17

4.3.2 Orde Tiga

Pada orde tiga melibatkan tiga data historis sehingga pada pembentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) ditulis menjadi $F(t - 3), F(t - 2), F(t - 1) \rightarrow F(t)$.

Kemudian terbentuk *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan $F(t - 3), F(t - 2)$ dan $F(t - 1)$. Jika $F(t - 3) = A_i, F(t - 2) = A_j, F(t - 1) = A_k$ dan $F(t) = A_l$, maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i, A_j, A_k \rightarrow A_l$.

1. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) Orde Tiga

Berdasarkan hasil *fuzzyfikasi* seperti pada Tabel 4.3 dapat ditentukan FLR dengan melibatkan tiga data historis yaitu $F(t - 3), F(t - 2)$ dan $F(t - 1)$. Berikut ini adalah hasil FLR orde tiga data nilai impor Provinsi Lampung.

Tabel 4.14. FLR Orde Tiga Data Nilai Impor Provinsi Lampung

No	Tahun	Bulan	FLR
1	2014	Januari	
2		Februari	
3		Maret	
4		April	$A_7, A_5, A_4 \rightarrow A_5$
⋮	⋮	⋮	⋮
90	2021	Juni	$A_4, A_3, A_2 \rightarrow A_7$
91		Juli	$A_3, A_2, A_7 \rightarrow A_2$
92		Agustus	$A_2, A_7, A_2 \rightarrow A_2$
93		September	$A_7, A_2, A_2 \rightarrow A_5$

2. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Setelah FLR terbentuk untuk orde tiga, maka dilanjutkan untuk menentukan FLRG dengan mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri yang sama ($F(t-3), F(t-2), F(t-1)$). Berikut merupakan hasil FLRG orde tiga.

Tabel 4.15. FLRG Orde Tiga Data Nilai Impor Provinsi Lampung

Grup	FLRG	Grup	FLRG
A_1, A_1, A_1	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2$	A_3, A_4, A_4	$A_3, A_4, A_4 \rightarrow A_4$
A_1, A_1, A_2	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_1, A_2$	A_3, A_5, A_2	$A_3, A_5, A_2 \rightarrow A_2, A_4$
A_1, A_2, A_1	$A_1, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	A_4, A_2, A_3	$A_4, A_2, A_3 \rightarrow A_2, A_3$
A_1, A_2, A_2	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_1$	A_4, A_2, A_4	$A_4, A_2, A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4$
A_1, A_2, A_3	$A_1, A_2, A_3 \rightarrow A_2$	A_4, A_3, A_2	$A_4, A_3, A_2 \rightarrow A_7$
A_2, A_1, A_1	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2$	A_4, A_3, A_3	$A_4, A_3, A_3 \rightarrow A_3$
A_2, A_1, A_2	$A_2, A_1, A_2 \rightarrow A_3$	A_4, A_3, A_4	$A_4, A_3, A_3 \rightarrow A_3, A_4$
A_2, A_2, A_1	$A_2, A_2, A_1 \rightarrow A_2$	A_4, A_3, A_5	$A_4, A_3, A_5 \rightarrow A_2$
A_2, A_2, A_3	$A_2, A_2, A_3 \rightarrow A_3$	A_4, A_4, A_2	$A_4, A_4, A_2 \rightarrow A_4$
A_2, A_2, A_7	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_8$	A_4, A_4, A_3	$A_4, A_4, A_3 \rightarrow A_3$
A_2, A_3, A_2	$A_2, A_3, A_2 \rightarrow A_1, A_4$	A_4, A_4, A_4	$A_4, A_4, A_4 \rightarrow A_2, A_4, A_6$
A_2, A_3, A_3	$A_2, A_3, A_3 \rightarrow A_3$	A_4, A_4, A_6	$A_4, A_4, A_6 \rightarrow A_3$
A_2, A_3, A_4	$A_2, A_3, A_4 \rightarrow A_2$	A_4, A_5, A_4	$A_4, A_5, A_4 \rightarrow A_5$
A_2, A_4, A_2	$A_2, A_4, A_2 \rightarrow A_3$	A_4, A_5, A_6	$A_4, A_5, A_6 \rightarrow A_4$
A_2, A_4, A_3	$A_2, A_4, A_3 \rightarrow A_2, A_4$	A_4, A_6, A_3	$A_4, A_6, A_3 \rightarrow A_5$
A_2, A_4, A_4	$A_2, A_4, A_4 \rightarrow A_4$	A_4, A_6, A_4	$A_4, A_6, A_4 \rightarrow A_4$
A_2, A_5, A_3	$A_2, A_5, A_3 \rightarrow A_3$	A_5, A_2, A_2	$A_5, A_2, A_2 \rightarrow A_7$
A_2, A_7, A_2	$A_2, A_7, A_2 \rightarrow A_2$	A_5, A_2, A_4	$A_5, A_2, A_4 \rightarrow A_3$
A_2, A_7, A_8	$A_2, A_7, A_8 \rightarrow A_2$	A_5, A_3, A_3	$A_5, A_3, A_3 \rightarrow A_4$

Tabel 4.15. (lanjutan)

Grup	FLRG	Grup	FLRG
A_3, A_2, A_1	$A_3, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	A_5, A_4, A_5	$A_5, A_4, A_5 \rightarrow A_4, A_6$
A_3, A_2, A_2	$A_3, A_2, A_2 \rightarrow A_3$	A_5, A_6, A_4	$A_5, A_4, A_5 \rightarrow A_6$
A_3, A_2, A_4	$A_3, A_2, A_4 \rightarrow A_2, A_3$	A_6, A_3, A_5	$A_6, A_3, A_5 \rightarrow A_2$
A_3, A_2, A_5	$A_3, A_2, A_5 \rightarrow A_3$	A_6, A_4, A_4	$A_6, A_4, A_4 \rightarrow A_3$
A_3, A_2, A_7	$A_3, A_2, A_7 \rightarrow A_2$	A_6, A_4, A_6	$A_6, A_4, A_6 \rightarrow A_4$
A_3, A_3, A_2	$A_3, A_3, A_2 \rightarrow A_2, A_4, A_5$	A_7, A_2, A_2	$A_7, A_2, A_2 \rightarrow A_5$
A_3, A_3, A_3	$A_3, A_3, A_3 \rightarrow A_2, A_3$	A_7, A_5, A_4	$A_7, A_5, A_4 \rightarrow A_5$
A_3, A_3, A_4	$A_3, A_3, A_3 \rightarrow A_2$	A_7, A_8, A_2	$A_7, A_8, A_2 \rightarrow A_3$
A_3, A_4, A_2	$A_3, A_4, A_2 \rightarrow A_4$	A_8, A_2, A_3	$A_8, A_2, A_3 \rightarrow A_4$
A_3, A_4, A_3	$A_3, A_4, A_3 \rightarrow A_4, A_5$		

3. Peramalan

Setelah *fuzzy logic relations group* (FLRG) orde tiga didapatkan, maka selanjutnya dilakukan proses *defuzzyfikasi* serta dilakukan perhitungan nilai peramalan menggunakan *fuzzy time series chen*. Cara perhitungannya sama seperti pada orde satu dan orde dua.

Tabel 4.16. *Defuzzyfikasi* FLRG Orde Tiga

Grup	FLRG	Rumus <i>Defuzzyfikasi</i> ($\hat{y}(t)$)	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
A_1, A_1, A_1	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	115,34
A_1, A_1, A_2	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	115,34
A_1, A_2, A_1	$A_1, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	88,57

Tabel 4.16. (lanjutan)

Grup	FLRG	Rumus <i>Defuzzyfikasi</i> ($\hat{y}(t)$)	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
A_1, A_2, A_2	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_1$	m_1	88,57
A_1, A_2, A_3	$A_1, A_2, A_3 \rightarrow A_2$	m_2	142,10
A_2, A_1, A_1	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	115,34
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_6, A_4, A_4	$A_6, A_4, A_4 \rightarrow A_3$	m_3	195,64
A_6, A_4, A_6	$A_6, A_4, A_6 \rightarrow A_4$	m_4	249,17
A_7, A_2, A_2	$A_7, A_2, A_2 \rightarrow A_5$	m_5	302,71
A_7, A_5, A_4	$A_7, A_5, A_4 \rightarrow A_5$	m_5	302,71
A_7, A_8, A_2	$A_7, A_8, A_2 \rightarrow A_3$	m_3	195,64
A_8, A_2, A_3	$A_8, A_2, A_3 \rightarrow A_4$	m_4	249,17

Tabel 4.17. *Defuzzyfikasi* Orde Tiga Data Nilai Impor Provinsi Lampung

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	<i>Fuzzyfikasi</i>	Nilai <i>Defuzzyfikasi</i>
1	2014	Januari	409,20	A_7	
2		Februari	321,57	A_5	
3		Maret	242,45	A_4	302,71
4		April	278,12	A_5	302,71
5		Mei	255,64	A_4	302,71
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
90	2021	Juni	412,85	A_7	142,10
91		Juli	129,22	A_2	142,10
92		Agustus	153,85	A_2	302,71
93		September	320,25	A_5	249,17

Berdasarkan Tabel 4.17. maka diperoleh hasil nilai peramalan untuk data nilai impor Provinsi Lampung pada bulan Januari 2014 hingga September 2021 dengan menggunakan *fuzzy time series chen* orde tiga sebagai berikut:

Tabel 4.18. Hasil Nilai Peramalan Orde Tiga Data Nilai Impor Provinsi Lampung

t	Tahun	Bulan	Nilai Impor	Nilai Peramalan
1	2014	Januari	409,20	
2		Februari	321,57	
3		Maret	242,45	
4		April	278,12	302,71
5		Mei	255,64	302,71
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
90	2021	Juni	412,85	409,78
91		Juli	129,22	142,10
92		Agustus	153,85	142,10
93		September	320,25	302,71

4.4 Ukuran Ketetapan Peramalan *Fuzzy Time Series Chen* Orde Tinggi

Ukuran ketepatan peramalan digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi hasil peramalan terhadap data nilai impor Provinsi Lampung pada Bulan Januari 2014 hingga September 2021. Berikut hasil perhitungan nilai galat, galat² dan $|PE|$. Nilai galat diperoleh dari selisih data asli dengan data ramalan atau galat = $X_t - F_t$, dimana X_t merupakan data asli pada periode t dan F_t merupakan

data ramalan pada periode t . Nilai $|PE|$ didapatkan dengan membagi nilai galat dengan data asli yang dimutlakkan (*absolute*) dan dikali 100%.

Tabel 4.19. Nilai Galat Orde Satu Data Nilai Impor Provinsi Lampung

No	Bulan	Nilai Impor (Juta US\$)	Nilai Peramalan	Galat	Galat ²	$ PE $
1	Januari 2014	409,20				
2	Februari 2014	321,57	302,71	18,86	355,700	5,8650
3	Maret 2014	242,45	235,79	6,66	44,356	2,7470
4	April 2014	278,12	249,17	28,95	838,103	10,4092
5	Mei 2014	255,64	235,79	19,85	394,023	7,7648
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
89	Mei 2021	121,47	222,41	-100,93	10186,865	83,0905
90	Juni 2021	412,85	231,33	181,52	32949,510	43,9675
91	Juli 2021	129,22	302,71	-173,49	30098,780	134,2594
92	Agustus 2021	153,85	231,33	-77,48	6003,150	50,3607
93	September 2021	320,25	231,33	88,92	7906,766	27,7658

Tabel 4.20. Nilai Galat Orde Dua Data Nilai Impor Provinsi Lampung

No	Bulan	Nilai Impor (Juta US\$)	Nilai Peramalan	Galat	Galat ²	$ PE $
1	Januari 2014	409,20				
2	Februari 2014	321,57				
3	Maret 2014	242,45	249,17	-6,72	45,158	2,7717
4	April 2014	278,12	302,71	-24,59	604,668	8,8415
5	Mei 2014	255,64	302,71	-47,07	2215,585	18,4126
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
89	Mei 2021	121,47	222,41	-100,93	10186,865	83,0905
90	Juni 2021	412,85	238,47	174,38	30408,384	42,2381
91	Juli 2021	129,22	302,71	-173,49	30098,780	134,2594

Tabel 4.20. (lanjutan)

No	Bulan	Nilai Impor (Juta US\$)	Nilai Peramalan	Galat	Galat ²	PE
92	Agustus 2021	153,85	142.10	11,75	138,063	7,6373
93	September 2021	320,25	249.17	71,08	5052,366	22,1952

Tabel 4.21 Nilai Galat Orde Tiga Data Nilai Impor Provinsi Lampung

No	Bulan	Nilai Impor (Juta US\$)	Nilai Peramalan	Galat	Galat ²	PE
1	Januari 2014	409,20				
2	Februari 2014	321,57				
3	Maret 2014	242,45				
4	April 2014	278,12	302.71	-24,59	604,668	8,8415
5	Mei 2014	255,64	302.71	-47,07	2215,585	18,4126
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
89	Mei 2021	121,47	195.64	-74,17	5501,189	61,0603
90	Juni 2021	412,85	409.78	3,07	9,425	0,7436
91	Juli 2021	129,22	142.10	-12,88	165,894	9,9675
92	Agustus 2021	153,85	142.10	11,75	138,063	7,6373
93	September 2021	320,25	302.71	17,54	307,652	5,4770

Setelah nilai galat, galat² dan |PE| didapatkan selanjutnya dapat dicari ukuran ketepatan peramalan *fuzzy time series chen* orde tinggi dengan menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

4.4.1 *Mean Squared Error (MSE)*

Nilai MSE diperoleh dari rata-rata nilai galat². Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari MSE untuk data niali impor Provinsi Lampung pada orde satu, orde dua dan orde tiga.

1. Orde Satu

$$\begin{aligned}
 MSE &= \sum_{t=1}^n \frac{(X_t - F_t)^2}{n} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{galat}_t^2}{n} \\
 &= \frac{355,700 + 44,356 + \dots + 6003,150 + 7906,766}{92} \\
 &= 4532,836
 \end{aligned}$$

2. Orde Dua

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{45,158 + 604,668 + \dots + 138,063 + 5052,366}{91} \\
 &= 3249,763
 \end{aligned}$$

3. Orde Tiga

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{604,668 + 2215,585 + \dots + 138,063 + 307,652}{90} \\
 &= 1074,509
 \end{aligned}$$

4.4.2 *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Nilai MAPE diperoleh dari rata-rata nilai $|PE|$. Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari MAPE untuk data niali impor Provinsi Lampung pada orde satu, orde dua dan orde tiga.

1. Orde Satu

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100\% \right| = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \\
 &= \frac{5,8650 + 2,7470 + \dots + 50,3607 + 27,7658}{92} \\
 &= 29,9461
 \end{aligned}$$

4. Orde Dua

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{2,7717 + 8,8415 + \dots + 7,6373 + 22,1952}{91} \\
 &= 23,2193
 \end{aligned}$$

5. Orde Tiga

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{8,8415 + 18,4126 + \dots + 7,6373 + 5,4770}{90} \\
 &= 14,1481
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan-perhitungan ukuran ketepatan peramalan *fuzzy time series chen* orde tinggi dengan metode MSE dan MAPE, didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.22. berikut ini.

Tabel 4.22. Hasil Ukuran Ketepatan Peramalan *Fuzzy Time Series Chen* Orde Tinggi

Galat	Nilai Impor Provinsi Lampung		
	Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga
MSE	4532,836	3249,763	1074,509
MAPE	29,9461%	23,2193 %	14,1481 %

Berdasarkan Tabel 4.22. dapat diketahui bahwa hasil peramalan yang menghasilkan MSE dan MAPE terendah yaitu peramalan dengan menggunakan orde tiga untuk nilai impor Provinsi Lampung.

4.5 Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series Chen* Orde Tinggi

Dengan menggunakan metode *fuzzy time series chen* orde tinggi dilakukan peramalan untuk periode selanjutnya yaitu periode bulan Oktober 2021. Berikut merupakan hasil peramalan yang didapatkan dengan metode tersebut menggunakan orde satu, orde dua, dan orde tiga.

4.5.1 Orde Satu

Untuk meramalkan data pada periode selanjutnya ditentukan dengan melihat FLR yang terbentuk pada periode sebelumnya. Pada orde satu penentuan nilai peramalan untuk periode yang akan datang dilakukan dengan cara melihat FLR pada periode sebelumnya dengan sisi kanan yang paling kanan. Kemudian cocokkan dengan FLRG yang sudah terbentuk. Misalnya pada periode September 2021 terbentuk FLR $A_2 \rightarrow A_5$, sehingga pada periode bulan Oktober 2021 nilai peramalan yang digunakan yaitu pada Grup A_5 dengan relasi $A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6$. Berikut merupakan tabel hasil dari peramalan nilai impor Provinsi Lampung orde satu.

Tabel 4.23. Hasil Ramalan Nilai Impor Provinsi Lampung Orde Satu

Tahun	Bulan	Nilai Impor (Juta US\$)	FLR	Nilai Ramalan
2021	September	320,25	$A_2 \rightarrow A_5$	231,33
	Oktober		$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6$	235,79

Berdasarkan Tabel 4.23. dapat diketahui nilai peramalan data nilai impor Provinsi Lampung dengan orde satu untuk periode bulan Oktober 2021 yaitu sebesar 235,79 Juta US\$.

4.5.2 Orde Dua

Pada orde dua penentuan nilai peramalan untuk periode yang akan datang dilakukan dengan cara melihat FLR pada periode sebelumnya dengan sisi kiri yang paling kanan dan sisi kanan yang paling kanan. Kemudian cocokkan dengan FLRG yang sudah terbentuk. Misalnya pada periode September 2021 terbentuk FLR $A_2, A_2 \rightarrow A_5$ sehingga pada periode Oktober 2021 nilai peramalan yang digunakan yaitu pada Grup A_2, A_5 dengan relasi $A_2, A_5 \rightarrow A_3$. Berikut merupakan tabel hasil dari peramalan nilai impor Provinsi Lampung orde dua.

Tabel 4.24. Hasil Ramalan Nilai Impor Provinsi Lampung Orde Dua

Tahun	Bulan	Nilai Impor (Juta US\$)	FLR	Nilai Ramalan
2021	September	320,25	$A_2, A_2 \rightarrow A_5$	249,17
	Oktober		$A_2, A_5 \rightarrow A_3$	195,64

Berdasarkan Tabel 4.24. dapat diketahui nilai peramalan data nilai impor Provinsi Lampung dengan orde dua untuk periode bulan Oktober 2021 yaitu sebesar 195,64 Juta US\$.

4.5.3 Orde Tiga

Penentuan nilai peramalan untuk periode yang akan datang pada orde tiga dilakukan dengan cara yang sama seperti cara menentukan nilai peramalan periode mendatang pada orde dua tetapi pada sisi kiri diambil 2 terakhir paling kanan. Berikut merupakan hasil tabel hasil dari peramalan nilai impor Provinsi Lampung orde tiga.

Tabel 4.25. Hasil Ramalan Nilai Impor Provinsi Lampung Orde Tiga

Tahun	Bulan	Nilai Impor (Juta US\$)	FLR	Nilai Ramalan
2021	September	320,25	$A_7, A_2, A_2 \rightarrow A_5$	302,71
	Oktober		$A_2, A_2, A_5 \rightarrow \#$	

Berdasarkan Tabel 4.25. dapat diketahui bahwa tidak dapat meramalkan data untuk periode mendatang yang disimbolkan dengan (#) dengan menggunakan orde tiga, karena relasi yang dihasilkan pada periode selanjutnya tidak terdapat pada grup-grup atau kelompok-kelompok yang telah di tentukkan sebelumnya dalam FLRG orde tiga seperti yang terdapat pada Tabel 4.15.

Meskipun orde tiga menghasilkan nilai peramalan dengan galat yang lebih kecil daripada dengan menggunakan orde satu dan orde dua pada data nilai impor tetapi metode *fuzzy time series chen* orde tiga tidak dapat dilakukan permalan untuk periode selanjutnya atau periode mendatang. Sehingga peramalan berhenti pada orde dua.

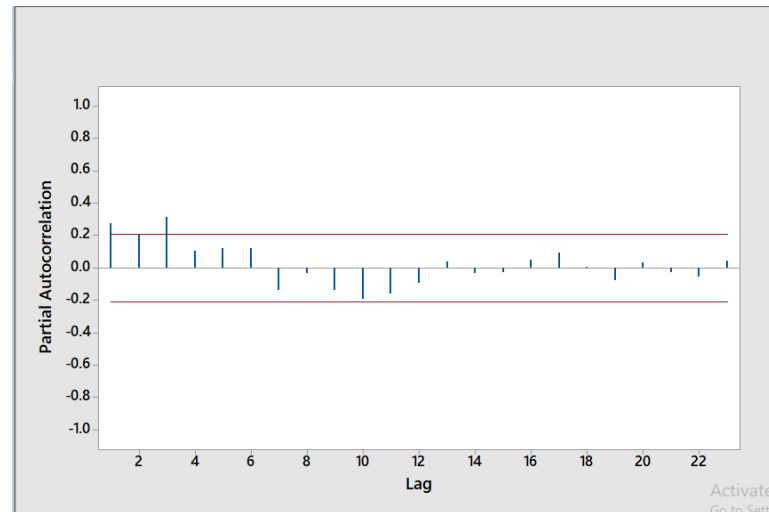
4.6 Jaringan Syaraf Tiruan *FeedForward Backpropagation*

Penerapan metode jaringan syaraf tiruan *feedforward backpropagation* dalam penelitian ini menggunakan data nilai impor Provinsi Lampung pada Bulan Januari 2014 hingga bulan September 2021 yang nantinya akan dibagi menjadi dua data, yaitu data pelatihan dan data pengujian yang masing-masing terdiri dari data input dan data target. Adapun langkah-langkah metodenya sebagai berikut:

1. Penentuan *Input* Jaringan

Penentuan *input* jaringan dilakukan dengan melihat lag-lag yang signifikan pada plot PACF. Pada plot PACF jika ada garis yang melewati selang kepercayaan (garis merah) berarti selang tersebut telah signifikan. Plot

PACF yang terbentuk dari data nilai impor Provinsi Lampung adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2. Plot PACF Nilai Impor Provinsi Lampung.

Berdasarkan Gambar 4.2. diatas, plot PACF untuk data nilai impor Provinsi Lampung pada bulan Januari 2021 hingga September 2021 yang signifikan adalah pada lag 1, lag 2 dan lag 3. Maka *input* jaringan terdiri atas X_1 , X_2 dan X_3 . Berikut hasil dari penentuan *input* jaringan:

Tabel 4.26. Hasil Penentuan *Input* Jaringan

No	<i>Input</i>			Target
	X_1	X_2	X_3	
1	409,20	321,57	242,45	278,12
2	321,57	242,45	278,12	255,64
3	242,45	278,12	255,64	318,60
4	278,12	255,64	318,60	365,51
5	255,64	318,60	365,51	225,38

Tabel 4.26. (lanjutan)

No	<i>Input</i>			Target
	X_1	X_2	X_3	
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
85	210,39	136,51	227,91	220,27
86	136,51	227,91	220,27	121,47
87	227,91	220,27	121,47	412,85
88	220,27	121,47	412,85	129,22
89	121,47	412,85	129,22	153,85
90	412,85	129,22	153,85	320,25

2. Pembagian Data

Data yang terdiri dari data *input* dan target dibagi menjadi data pelatihan dan pengujian. Pada data Peramalan nilai impor Provinsi Lampung ini, penulis menggunakan presentase data pelatihan 70% atau sebanyak 63 data dari jumlah data keseluruhan setelah menentukan *input* yaitu 90 data sedangkan data pengujian dipilih sebesar 30% atau sebanyak 27.

3. Normalisasi Data

Sebelum melakukan pemodelan jaringan syaraf tiruan *feedforward backpropagation*, data *input* dan target pada data pelatihan dan pengujian harus dinormalisasikan terlebih dahulu karena untuk memperkecil tingkat galat pada data nilai impor Provinsi Lampung. Berikut data *input* dan target pada data pelatihan dan pengujian hasil normalisasi.

Tabel 4.27. Hasil Normalisasi Data Pelatihan

No	<i>Input</i>			Target
	X_1	X_2	X_3	
1	0,76444	0,59683	0,44551	0,51373
2	0,59683	0,44551	0,51373	0,47074
3	0,44551	0,51373	0,47074	0,59115
4	0,51373	0,47074	0,59115	0,68087
5	0,47074	0,59115	0,68087	0,41286
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
59	0,64371	0,34265	0,55164	0,27864
60	0,34265	0,55164	0,27864	0,25915
61	0,55164	0,27864	0,25915	0,74183
62	0,27864	0,25915	0,74183	0,90000
63	0,25915	0,74183	0,90000	0,28476

Tabel 4.28. Hasil Normalisasi Data Pengujian

No	<i>Input</i>			Target
	X_1	X_2	X_3	
1	0,74183	0,90000	0,28476	0,33795
2	0,90000	0,28476	0,33795	0,49558
3	0,28476	0,33795	0,49558	0,29633
4	0,33795	0,49558	0,29633	0,41657
5	0,49558	0,29633	0,41657	0,28015
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
23	0,24289	0,41770	0,40309	0,21412
24	0,41770	0,40309	0,21412	0,77142
25	0,40309	0,21412	0,77142	0,22895
26	0,21412	0,77142	0,22895	0,27605
27	0,77142	0,22895	0,27605	0,59431

4. Fungsi Aktivasi dan Algoritma Pelatihan

Fungsi aktivasi yang digunakan pada lapis tersembunyi yaitu *sigmoid biner (tansig)* dan pada lapis output menggunakan fungsi aktivasi identitas atau *linier (purelin)*. Sedangkan algoritma pelatihan yang digunakan yaitu *trainlm*.

5. Pembentukan dan Pemilihan Model

Model dibentuk melalui tahap pelatihan dengan mengubah jumlah lapisan tersembunyi. Pemilihan model berdasarkan nilai MAPE dan MSE terkecil dari tahap pelatihan. Berikut beberapa model yang dibangun:

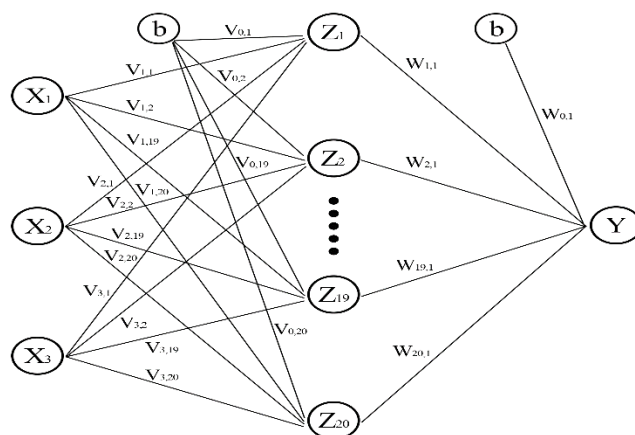
Tabel 4.29. Nilai MSE dan MAPE pada Neuron Tersembunyi Tahap Pelatihan

<i>Neuron Tersembunyi</i>	MSE	MAPE
1	0,01785	37,31923
2	0,01298	31,08008
3	0,00808	28,22797
4	0,01670	33,30054
5	0,01263	32,24241
6	0,01024	30,03966
7	0,00996	28,33591
8	0,00839	30,14454
9	0,01188	31,61642
10	0,01188	27,19934
15	0,01152	28,21526
20	0,00702	22,01503

Pada Table 4.29. terlihat bahwa nilai MSE dan MAPE terkecil pada 20 *neuron* tersembunyi. Sehingga berdasarkan Tabel 4.29. di atas dapat dipilih banyaknya *neuron* pada lapisan tersembunyi adalah 20 *neuron* dan

dapat dikatakan jaringan yang akan dibentuk adalah 3 *input* dan jumlah lapisan tersembunyi sebanyak 20 *neuron*.

Selanjutnya, arsitektur model jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *feedforward backpropagation* yang dibangun dari 20 *neuron* pada lapisan tersembunyi dan 3 *input* untuk peramalan nilai impor Provinsi Lampung dapat dilihat pada Gambar 4.3. berikut:



Gambar 4.3. Arsitektur Model Jaringan Syaraf Tiruan *Feedforward Backpropagation*.

Berdasarkan Gambar 4.3. tersebut dapat dijelaskan bahwa jenis jaringan syaraf tiruan yang digunakan pada penelitian ini adalah *feedforward backpropagation*. Menggunakan 3 *input* disimbolkan dengan X_1, X_2 dan X_3 untuk memprediksikan periode yang akan datang. Jaringan yang dibuat penelitian ini memiliki 3 *neuron input* sebagai data masukan yang memiliki fungsi sebagai sarana penghubung jaringan dengan sumber data. Pada lapisan selanjutnya terdapat 20 *hidden neuron* disimbolkan dengan Z_1 sampai Z_{20} yang memiliki fungsi untuk menerima informasi masukan

dari lapisan diluarnya yaitu lapisan *input*, dan 1 *neuron output* pada lapisan terluar dianggap sebagai hasilnya. Diikuti oleh bobot *hidden* dan bias *hidden* pada masing-masing neuron yang disimbolkan dengan V_{ij} dan V_{0j} . Kemudian untuk keluaran pada *hidden layer* menuju ke *output layer* diikuti pula dengan bobot keluaran (W_{kj}) dan bias keluaran (W_{0k}).

6. Tahap Pelatihan

Setelah menentukan *neuron* yang optimal pada tahap pelatihan, selanjutnya yaitu menentukan bobot model pada tahap pelatihan dengan menggunakan parameter yang diperoleh yaitu maksimum nilai *epoch* (iterasi) dipilih 1000, *show* dipilih 25, kinerja tujuan (*goal*) dipilih 0,001, besar *learning rate* dipilih 0,01 dan *momentum constant* 0,9. Berikut hasil bobot yang diperoleh dengan menggunakan parameter tersebut.

Tabel 4.30. Hasil Bobot Awal

Bobot <i>Hidden</i>			Bias <i>Hidden</i>	Bobot Keluaran	Bias Keluaran
X_1	X_2	X_3			
2.4646	-4.0529	10.9368	-9.2861	-0.2475	0.0174
-6.3126	13.0987	2.9454	-1.5427	0.1856	
-3.2550	14.3158	2.8034	-3.9965	0.2599	
8.1644	-4.0560	-9.0207	0.4345	-0.7148	
-10.9029	-7.4678	-5.0706	14.2415	0.8677	
-13.6733	-4.8021	1.2825	10.3004	0.8928	
4.2139	-12.7494	5.2756	-0.2633	0.2046	
9.8701	-7.8374	-5.9985	1.3112	-0.2245	
-10.2388	8.7087	-4.7932	4.2016	-0.2736	
1.8046	-12.1748	6.7270	1.0375	-0.5913	
9.1123	2.4055	8.7863	-10.5736	-0.4465	
-8.5545	3.1914	8.9931	-2.9981	-0.5069	

Tabel 4.30. (lanjutan)

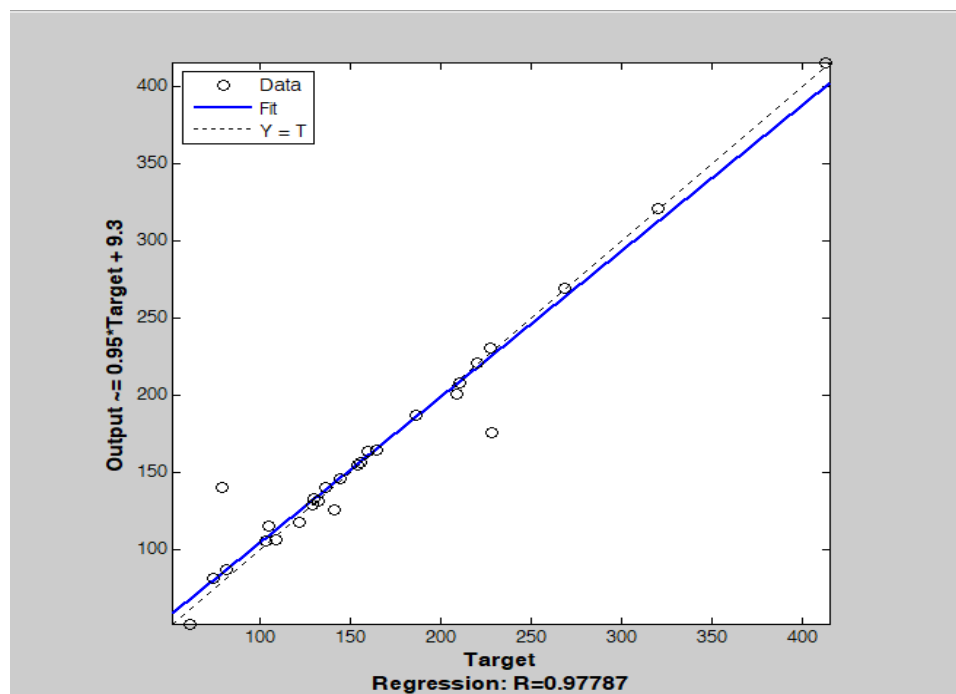
Bobot <i>Hidden</i>			Bias <i>Hidden</i>	Bobot Keluaran	Bias Keluaran
X_1	X_2	X_3			
-8.7150	-11.4290	-3.0908	10.7586	-0.6528	
-13.5081	-4.2558	2.7087	5.9353	0.9332	
-7.2547	-12.5381	-2.9853	9.7093	0.9140	
10.8889	9.2828	-2.8881	-6.1863	0.1959	
6.8826	11.0988	-5.6467	-3.0913	0.4626	
-7.8274	-10.9734	-4.9714	9.1612	-0.3192	
6.7699	8.7382	-7.7400	0.1191	-0.8159	
-13.7370	4.8868	0.2623	0.5537	-0.0730	

Tabel 4.31. Hasil Bobot Akhir

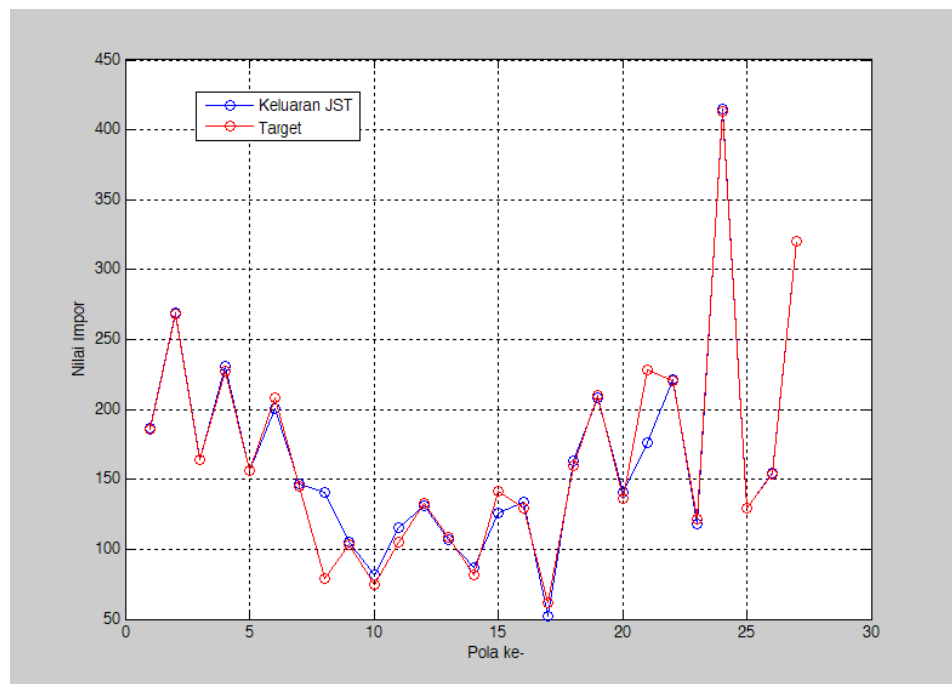
Bobot <i>Hidden</i>			Bobot <i>Hidden</i>	Bobot Keluaran	Bias Keluaran
X_1	X_2	X_3			
2.4528	-4.0951	10.9040	-9.2917	-0.5266	0.4112
-4.7242	12.8527	4.4138	-2.8410	1.2677	
-0.3118	15.6424	2.6502	-5.9599	-1.3236	
8.5467	-3.6378	-9.4336	0.2971	0.7060	
-10.4710	-8.3109	-4.2846	14.1934	2.1205	
-14.7592	-2.9974	0.6604	10.6314	-1.4629	
3.6641	-12.7543	7.4084	-0.3988	-0.5263	
9.3299	-9.3512	-7.2861	2.5049	-0.7632	
-9.2412	8.7389	-8.4400	4.5345	-0.4341	
-1.5393	-13.4084	3.3662	4.8162	-0.4490	
9.0998	1.6871	7.6663	-12.7123	2.1620	
-7.8480	2.1293	10.0921	-5.0818	-0.5043	
-12.6621	-12.4583	-4.9454	13.9606	-2.9723	
-16.1150	-4.3500	2.6858	6.9161	-0.6636	
-7.6774	-9.4119	-4.1149	9.6518	4.8567	
11.6782	6.7244	-2.6797	-6.0921	-0.5109	
7.9565	12.6916	-6.3566	-3.2811	2.0711	
-7.0454	-9.8578	-5.9854	9.7498	-1.3202	
7.6333	7.4024	-7.5466	-0.6391	-2.1840	
-13.9269	4.2727	-1.8933	2.4186	-0.2811	

7. Tahap Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi atau tingkat kesalahan dari model terbaik yang didapatkan pada tahap pelatihan dengan melihat data peramalan pada tahap pengujian yang dihasilkan. Perhitungan peramalan pada tahap pengujian dilakukan menggunakan 27 data dengan bobot-bobot yang telah didapatkan dari tahap pelatihan. Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan data peramalan yang dihasilkan menggunakan bobot-bobot yang didapatkan dari hasil tahap pelatihan terbaik atau model terbaik. Struktur jaringan yang digunakan terdiri dari 3 *neuron* pada lapisan *input*, 20 *hidden neuron* pada lapisan tersembunyi dan 1 *neuron* pada lapisan *output*. Berikut hasil dari tahap pengujian:



Gambar 4.4. Grafik Regresi pada Tahap Pengujian.



Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Data Target Dengan Hasil Uji pada Tahap Pengujian.

Tabel 4.32. Perbandingan Data Target dengan Hasil Uji Pada Tahap Pengujian

No	Target	Hasil Uji	Galat	Abs PE
1	0,33795	0,339241	-0,00129	0,383154
2	0,49558	0,496563	-0,00098	0,198045
3	0,29633	0,296322	0,00001	0,001812
4	0,41657	0,423579	-0,00701	1,682019
5	0,28015	0,281037	-0,00089	0,317447
6	0,38063	0,36614	0,01450	3,808161
7	0,25871	0,26182	-0,00311	1,203178
8	0,13299	0,250382	-0,11739	88,2679
9	0,18006	0,183548	-0,00349	1,936529
10	0,12435	0,138515	-0,01417	11,39347
11	0,18274	0,202552	-0,01981	10,84209
12	0,23560	0,233066	0,00254	1,076889
13	0,19003	0,186005	0,00402	2,115818
14	0,13772	0,148263	-0,01055	7,658421

Tabel 4.32. (lanjutan)

No	Target	Hasil Uji	Galat	Abs PE
15	0,25247	0,222043	0,03043	12,05226
16	0,22996	0,237192	-0,00723	3,144411
17	0,10000	0,081623	0,01838	18,37661
18	0,28749	0,294689	-0,00720	2,503456
19	0,38419	0,379543	0,00465	1,210148
20	0,24289	0,250284	-0,00739	3,044329
21	0,41770	0,318513	0,09919	23,74617
22	0,40309	0,404705	-0,00162	0,400871
23	0,21412	0,207061	0,00706	3,298777
24	0,77142	0,774816	-0,00340	0,440709
25	0,22895	0,229399	-0,00045	0,197385
26	0,27605	0,277557	-0,00150	0,544215
27	0,59431	0,595069	-0,00076	0,127744
MAPE				7,406371

Berdasarkan Gambar 4.4. menunjukkan regresi sebesar 0,97787 yang berarti antara data target dengan data hasil uji pada tahap pengujian mempunyai korelasi yang baik. Ukuran korelasi sebesar 0,97787 menunjukkan adanya akurasi yang tinggi antara data target dengan data hasil uji. Sedangkan pada Gambar 4.5. menunjukan grafik antara data target dengan data hasil uji tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Pengujian data menggunakan MAPE untuk mengukur validasi dari sebuah jaringan. Pada Tabel 4.32. dilakukan perbandingan data target dengan hasil uji pada tahap pengujian. Pada keseluruhan data nilai MAPE yang didapat sebesar 7,406371%. Maka tingkat akurasi termasuk sangat baik karena dibawah 10%.

8. Peramalan

Setelah melakukan tahap pelatihan dan tahap pengujian, selanjutnya dilakukan peramalan untuk periode bulan Oktober 2021. Peramalan ini menggunakan data keseluruhan pada proses peramalan jaringan syaraf tiruan dengan rancangan arsitektur 3 *input* dan jumlah lapisan tersembunyi sebanyak 20 *neuron* dan menggunakan parameter yang didapatkan yaitu maksimum nilai *epoch* (iterasi) dipilih 1000, *show* dipilih 25, kinerja tujuan (*goal*) dipilih 0,001, besar *learning rate* dipilih 0,01 dan *momentum constant* 0,9. Setelah disimulasikan maka didapatkan hasil jaringan syaraf tiruan yang merupakan peramalan nilai impor pada Bulan Oktober 2021.

Tabel 4.33. Hasil Peramalan Jaringan Syaraf Tiruan Data Normalisasi

Tahun	Bulan	Nilai Ramalan
2021	Oktober	0,7079

Tabel 4.34. Hasil Peramalan Jaringan Syaraf Tiruan Data Denormalisasi

Tahun	Bulan	Nilai Ramalan
2021	Oktober	379.66

Dan berikut hasil ukuran ketepatan peramalan dengan menggunakan nilai MSE dan MAPE dari hasil peramalan jaringan syaraf tiruan.

Tabel 4.35. Hasil Ukuran Ketepatan Peramalan Jaringan Syaraf Tiruan

Ukuran Ketepatan Peramalan	Nilai Galat
MSE	271,568
MAPE	4,922 %

4.7 Hasil Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Chen* Orde Tinggi dan Jaringan Syaraf Tiruan *Feedforward Backpropagation*

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan dua metode, yaitu metode *fuzzy time series chen* orde tinggi dan metode jaringan syaraf tiruan *feedforward backpropagation*. Sehingga diperoleh nilai peramalan dan nilai galatnya dari kedua metode sebagai berikut:

Tabel 4.36. Perbandingan Nilai Peramalan

Tahun	Bulan	Nilai Ramalan	
		<i>fuzzy time series chen</i> orde tinggi	jaringan syaraf tiruan <i>feedforward backpropagation</i>
2021	Oktober	195,64	379.66

Tabel 4.37. Perbandingan Nilai Galat

Ukuran Ketepatan Peramalan	Nilai Galat	
	<i>fuzzy time series chen</i> orde tinggi	jaringan syaraf tiruan <i>feedforward backpropagation</i>
MSE	3247,765	271,568
MAPE	23,219 %	4,922 %

Berdasarkan Tabel 4.37 diperoleh metode terbaiknya adalah metode jaringan syaraf tiruan *feedforward backpropagation* karena nilai $MAPE \leq 10\%$ dan MSE nya lebih kecil dari metode *fuzzy time series chen* orde tinggi dengan nilai galatnya masing-masing 271,568 juta US\$ dan 4,922 % dan nilai ramalannya 379.66 juta US\$. Sehingga peramalan yang baik digunakan untuk menghitung nilai impor Provinsi Lampung di bulan mendatang dapat menggunakan jaringan syaraf tiruan *feedforward backpropagation*.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan metode peramalan *fuzzy time series chen* orde tinggi dengan metode jaringan syaraf tiruan *feedforward backpropagation* pada peramalan nilai impor Provinsi Lampung yang telah disajikan pada bab sebelumnya, diketahui bahwa hasil analisis statistika deskriptif data nilai impor Provinsi Lampung pada bulan Januari 2014 hingga September 2021 memiliki nilai minimum sebesar 61,8 juta US\$ dan nilai maksimal sebesar 480,08 juta US\$ serta memiliki plot data yang mengalami fluktuasi naik turun secara acak di setiap bulannya., yang mana kenaikan tertinggi terjadi pada bulan ke-65 atau bulan Mei di tahun 2019 yaitu sebesar 480,08 juta US\$. Sedangkan nilai impor terendah terjadi pada bulan ke-83 atau bulan November di tahun 2020 yaitu sebesar 61,8 juta US\$. Dari hasil analisis kedua metode yang digunakan, maka dapat disimpulkan bahwa metode peramalan terbaik berdasarkan nilai galat *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah metode peramalan jaringan syaraf tiruan *feedforward backpropagation* dengan nilai nya masing-masing 271,568 juta US\$ dan 4,922 % dan nilai ramalannya 379.66 juta US\$. Sedangkan pada metode peramalan *fuzzy time series chen* orde

tinggi dengan nilai galatnya masing-masing 3247,765 juta US\$ dan 23,219 % dan nilai ramalannya 195,64 juta US\$.