

## ***Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam Meramalkan Nilai Tukar Mata Uang (Kurs) Antara Ringgit Malaysia dengan Rupiah**

Poppy Mangkunegara<sup>#1</sup>, Yerizon<sup>\*2</sup>

<sup>#</sup>*Student of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

<sup>\*</sup>*Lecturers of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

<sup>1</sup>mangkupoppy1997@gmail.com

<sup>2</sup>yerizon@fmipa.unp.ac.id

**Abstract**— Currency exchange rates (exchange rates) can affect the economic stability of a country. Each country conducts international relations, one of which is Indonesia and Malaysia, namely Indonesia's export activities to Malaysia. This study aims to determine the accuracy rate of forecasting with MAPE and to determine the exchange rate (exchange rate) in the next period using the Fuzzy Time Series Markov Chain. This research is applied research with secondary data taken from the official website of Bank Indonesia. By converting the exchange rate data into linguistic values and then transferring it to a fuzzy logic group to determine the markov chain transition matrix, the forecast results can be obtained. The results of processing exchange rate data using the Fuzzy Time Series Markov Chain method obtained prediction accuracy reaching 96.78% of the actual data with a MAPE value of 3.22% and the forecast results on May 4 2020 amounting to IDR 3,468.

**Keywords**—currency exchangerate, forecasting, markov chain fuzzy time series method.

**Abstrak**—Nilai tukar mata uang (Kurs) dapat memengaruhi stabilitas ekonomi suatu negara. Setiap negara melakukan hubungan internasional, salah satunya Indonesia dan Malaysia, yaitu kegiatan ekspor Indonesia terhadap Malaysia. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat akurasi peramalan dengan MAPE dan untuk mengetahui nilai tukar mata uang (kurs) pada periode selanjutnya dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Penelitian ini ialah penelitian terapan dengan data sekunder yang diambil dari situs resmi Bank Indonesia. Dengan mengubah data kurs ke dalam bentuk nilai linguistik kemudian mentransferkannya ke grup logika fuzzy untuk menentukan matriks transisi rantai markov, kemudian hasil peramalan dapat diperoleh. Hasil pengolahan data kurs dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* diperoleh akurasi ramalan mencapai 96,78% dari data aktual dengan nilai MAPE sebesar 3,22% dan hasil ramalan tanggal 4 Mei 2020 sebesar Rp 3.468.

**Kata kunci**—nilai tukar mata uang, peramalan, fuzzy time series markov chain.

### PENDAHULUAN

Nilai mata uang merupakan hal penting dalam kegiatan bisnis dan perekonomian suatu negara. Nilai tukar mata uang ialah harga mata uang dalam negeri terhadap mata uang negara lain. Kurs selalu mengalami perubahan setiap saat yang disebabkan oleh penawaran dan permintaan mata uang.

Indonesia menganut sistem perekonomian terbuka[1], yaitu perekonomian Indonesia bebas berinteraksi dengan perekonomian di negara luar. Beberapa negara melakukan hubungan internasional dengan negara lain, salah satunya Indonesia dengan Malaysia. Contoh transaksi internasional antara Indonesia dengan Malaysia, yaitu kegiatan ekspor yang dilakukan Indonesia ke Malaysia, karena ekspor merupakan kegiatan yang mendatangkan keuntungan besar bagi Indonesia.

Indonesia telah melakukan ekspor ke berbagai negara, salah satunya Malaysia. Di negara-negara ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*), Malaysia merupakan negara yang dapat impor terbesar dari Indonesia. Volume ekspor yang dikirim Indonesia ke

Malaysia selalu meningkat dari tahun 2015 sampai 2018. Volume ekspor Indonesia ke Malaysia tahun 2015 sebesar 24.873,7 ton, meningkat di tahun 2016 sebesar 24.955,6 ton, dan di tahun 2017 meningkat lebih pesat lagi sebesar 29.531,6 ton serta meningkat di tahun 2018 volume ekspor ke Malaysia sebesar 30.357,4 ton. [2].

Harga kurs di masa depan perlu diketahui, mengingat setiap negara melakukan hubungan internasional, khususnya Indonesia dan Malaysia yang melakukan kegiatan ekspor impor. Dalam melakukan ekspor, berarti Indonesia dibayar menggunakan Ringgit Malaysia, sehingga penting bagi eksportir Indonesia mengetahui pergerakan kurs Ringgit Malaysia serta mengetahui nilai tukar Ringgit Malaysia terhadap Rupiah. Dengan meramalkan pergerakan kurs eksportir dapat memutuskan dengan tepat dalam melakukan ekspor demi keuntungan yang besar dan dapat melakukan lindung nilai dari nilai mata uang guna meminimalisasi kerugian yang terjadi dalam setiap transaksi.

Mengetahui harga dari nilai mata uang di masa akan datang dapat dilakukan suatu peramalan. Pada penelitian

ini menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Alasan menggunakan metode ini karena memiliki keunggulan, yakni proses perhitungannya tidak memerlukan sistem yang kompleks dan mampu menyelesaikan masalah ramalan data historis berupa nilai linguistik serta memberikan akurasi peramalan yang sangat baik.

*Fuzzy Time Series Markov Chain* pertama kali diteliti oleh Tsaur pada tahun 2012 yang menggabungkan metode *Fuzzy Time Series* dengan rantai *Markov*. Penggabungan itu dilakukan untuk mendapatkan peluang terbesar dengan matriks peluang transisi yang digunakan pada rantai *Markov*. Pada penelitian ini peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang memberikan akurasi yang sangat bagus.

Pada *fuzzy time series markov chain* menentukan himpunan fuzzy merupakan langkah awal dalam peramalan ini, karena anggota himpunan fuzzy diambil berdasarkan anggota himpunan semesta  $U$  dan diformulasikan [3]:

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (1)$$

Jumlah interval dan panjang interval harus diketahui dalam metode ini, sebab dengan mengetahui jumlah interval himpunan semesta  $U$  dapat dibagi menjadi beberapa partisi (bagian) [3] dan panjang interval berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship*[4]. Rumus untuk panjang interval [5]:

$$\ell = \frac{[(D_{max}+D_2)-(D_{min}-D_1)]}{n} \quad (2)$$

Selanjutnya menentukan himpunan fuzzy yang mempunyai derajat keanggotaan pada interval  $[0,1]$  [6]. Himpunan fuzzy didefinisikan dengan persamaan [3]:

$$A_i = \frac{f_A(u_1)}{u_1} + \frac{f_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_A(u_n)}{u_n} \quad (3)$$

Selanjutnya memfuzzyfikasi data historis yang bertujuan mengubah data kurs ke dalam bentuk linguistik. Kemudian menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) [4]. Selanjutnya menghitung nilai peramalan awal  $F(t)$  yang menggunakan matriks transisi peluang markov yang berdimensi  $n \times n$ . Dan peramalan awal dapat ditentukan dengan beberapa aturan. Selanjutnya menentukan nilai penyesuaian pada peramalan yang bertujuan untuk mengurangi besarnya eror dan memiliki beberapa aturan. Kemudian dilanjutkan dengan peramalan akhir yang menjumlahkan nilai peramalan awal dengan nilai penyesuaian[7].

#### METODE

Penelitian ini ialah penelitian terapan dengan jenis data yakni data sekunder. Sumber data berasal dari data harga beli nilai tukar mata uang (Kurs) Ringgit Malaysia terhadap Indonesia dalam periode Maret 2020 – April 2020 diperoleh dari website <http://bi.go.id> [8]. Penerapan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* untuk memprediksi nilai tukar mata uang dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mencari himpunan semesta  $U$ .

2. Menentukan jumlah interval fuzzy dan panjang Interval
3. Menyatakan himpunan fuzzy pada semesta  $U$
4. Data historis difuzzikan.
5. Membentuk *Fuzzy Logical Relationship* dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).
6. Menghitung hasil peramalan awal.
7. Menentukan nilai penyesuaian ( $D_i$ )
8. Menentukan nilai ramalan yang telah di sesuaikan atau nilai peramalan akhir.
9. Menghitung *error* prediksi nilai tukar mata uang (Kurs) dengan metode MAPE dan MAE.
10. Hasil Ramalan

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai tukar mata uang (kurs) selalu mengalami fluktuasi setiap harinya terhadap mata uang negara lainnya. Hal ini juga terjadi antara nilai mata uang Malaysia (Ringgit Malaysia) dengan Indonesia (Rupiah). Peramalan ini menggunakan peramalan jangka pendek, sehingga data yang di ambil kurang dari 3 bulan, yaitu periode Maret sampai April 2020. Pada data historis kurs Ringgit Malaysia terhadap Rupiah periode Maret – April 2020 diketahui bahwa kurs terendah, yaitu pada tanggal 11 Maret 2020 dengan nilai tukar 1MYR = Rp 3358,01 dan kurs tertinggi pada tanggal 2 April 2020 dengan nilai tukar 1MYR = Rp 3789,70.

Analisis peramalan pada penelitian ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mencari Himpunan Semesta  $U$

Data aktual kurs antara Ringgit Malaysia dengan Rupiah dari periode Maret 2020 sampai April 2020 memiliki  $D_{min} = \text{Rp } 3.358,01$  dan  $D_{max} = \text{Rp } 3.798,70$  dengan  $D_1 = 1,01$  dan  $D_2 = 2,30$ . Sehingga  $U = [3.357 ; 3.801]$ .

2. Menentukan Jumlah Interval K Fuzzy dan Panjang Interval Fuzzy

Jumlah interval dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$n = 1 + 3,322 \log(42) \\ = 6,392433178 \approx 6$$

Sehingga jumlah interval yang terbentuk dalam himpunan semesta  $U$ , yaitu 6 bagian.

Selanjutnya menentukan panjang interval ( $\ell$ ), yaitu:

$$\ell = \frac{[(D_{max}+D_2)-(D_{min}-D_1)]}{n} \\ = \frac{[3.801-3.357]}{6} \\ = \frac{444}{6} = 74$$

setelah memperoleh panjang interval sebesar ( $\ell = 74$ ) maka himpunan semesta  $U$  dapat dipartisi ke dalam enam bagian, sehingga interval yang diperoleh sebagai berikut:

TABEL I.  
PEMBAGIAN HIMPUNAN SEMESTA U

Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah
$u_1$	3357	3431	3394
$u_2$	3431	3505	3468
$u_3$	3505	3579	3542
$u_4$	3579	3653	3616
$u_5$	3653	3727	3690
$u_6$	3727	3801	3764

Masing-masing interval yang diperoleh dari hasil perhitungan pada Tabel I, kemudian diubah dalam bentuk persamaan :

$$u_1 = [D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + base]$$

$$u_2 = [D_{min} - D_1 + base, D_{min} - D_1 + 2 * base]$$

$$u_n = [D_{min} - D_1 + (n - 1) * base, D_{min} - D_1 + n * base]$$

Sehingga :

$$u_1 = [3357 ; 3431], u_2 = [3431 ; 3505]$$

$$u_3 = [3505 ; 3579], u_4 = [3579 ; 3653],$$

$$u_5 = [3653 ; 3727], u_6 = [3727 ; 3801]$$

dan nilai tengah adalah  $m_1 = [3394], m_2 = [3468], m_3 = [3542], m_4 = [3616], m_5 = [3690], m_6 = [3764].$

### 3. Menyatakan Himpunan Fuzzi pada Semesta U

Himpunan semesta fuzzy  $A_1, A_2, \dots, A_n$  dapat ditentukan berdasarkan jumlah interval yang telah diperoleh.

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

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

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

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

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

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

### 4. Data Historis difuzzifikasi

Pada langkah untuk merubah data kurs ke nilai linguistik.

TABEL II  
DATA FUZZIFIKASI

t	Tanggal	Kurs	Data Fuzzy
1	02-Mar-20	3412,07	$A_1$
2	03-Mar-20	3361,26	$A_1$
3	04-Mar-20	3365,19	$A_1$
4	05-Mar-20	3380,61	$A_1$
5	06-Mar-20	3387,99	$A_1$
6	09-Mar-20	3389,62	$A_1$
7	10-Mar-20	3385,82	$A_1$
8	11-Mar-20	3358,01	$A_1$

9	12-Mar-20	3387,58	$A_1$
10	13-Mar-20	3433,71	$A_2$
11	16-Mar-20	3429,61	$A_1$
12	17-Mar-20	3476,39	$A_2$
13	18-Mar-20	3471,67	$A_2$
14	19-Mar-20	3556,29	$A_3$
15	20-Mar-20	3675,74	$A_5$
16	23-Mar-20	3723,52	$A_5$
17	24-Mar-20	3701,17	$A_5$
18	26-Mar-20	3695,71	$A_5$
19	27-Mar-20	3766,06	$A_6$
20	30-Mar-20	3723,78	$A_5$
21	31-Mar-20	3769,72	$A_6$
22	01-Apr-20	3786,45	$A_6$
23	02-Apr-20	3798,7	$A_6$
24	03-Apr-20	3758,13	$A_6$
25	06-Apr-20	3765,31	$A_6$
26	07-Apr-20	3749,24	$A_6$
27	08-Apr-20	3711,97	$A_5$
28	09-Apr-20	3719,17	$A_5$
29	13-Apr-20	3645,8	$A_4$
30	14-Apr-20	3614,46	$A_4$
31	15-Apr-20	3606,85	$A_4$
32	16-Apr-20	3593,7	$A_4$
33	17-Apr-20	3533,9	$A_3$
34	20-Apr-20	3518,04	$A_3$
35	21-Apr-20	3539,87	$A_3$
36	22-Apr-20	3520,27	$A_3$
37	23-Apr-20	3562,85	$A_3$
38	24-Apr-20	3541,24	$A_3$
39	27-Apr-20	3556,41	$A_3$
40	28-Apr-20	3523,22	$A_3$
41	29-Apr-20	3511,43	$A_3$
42	30-Apr-20	3481,35	$A_2$

Melakukan fuzzifikasi data historis pada Tabel II. Misalnya tanggal 6 Maret 2020 ( $t = 5$ ) sebesar Rp 3.387,99 masuk dalam interval  $U_1 = [3.357; 3.431]$  lalu terfuzzifikasi pada  $A_i$ .

### 5. Membentuk Fuzzy Logical Relationship (FLR) dan Fuzy Logical Relationship Group (RLFG)

Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR), yaitu  $A_i \rightarrow A_j$ ,  $A_i$  merupakan *current state*  $Y_{(t-1)}$  dan  $A_j$  ialah *next stete* pada saat  $t$ . FLR dapat dilihat melalui Tabel III.

TABEL III  
DATA FUZZY LOGICAL RELATIONSHIP

Urutan Data	FLR
	$LHS \rightarrow RHS$
1-2	$A_1 \rightarrow A_1$
2-3	$A_1 \rightarrow A_1$
3-4	$A_1 \rightarrow A_1$
4-5	$A_1 \rightarrow A_1$
5-6	$A_1 \rightarrow A_1$
6-7	$A_1 \rightarrow A_1$
7-8	$A_1 \rightarrow A_1$
8-9	$A_1 \rightarrow A_1$
9-10	$A_1 \rightarrow A_2$
10-11	$A_2 \rightarrow A_1$
11-12	$A_1 \rightarrow A_2$

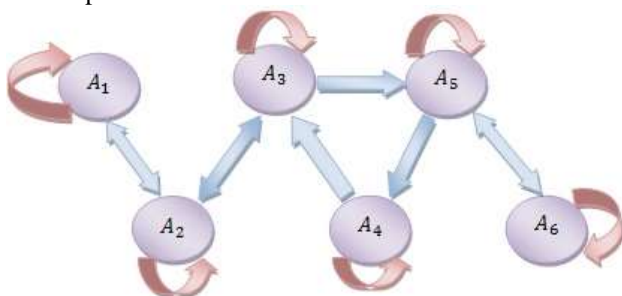
12-13	$A_2 \rightarrow A_2$
13-14	$A_2 \rightarrow A_3$
14-15	$A_3 \rightarrow A_5$
15-16	$A_5 \rightarrow A_5$
16-17	$A_5 \rightarrow A_5$
17-18	$A_5 \rightarrow A_5$
18-19	$A_5 \rightarrow A_6$
19-20	$A_6 \rightarrow A_5$
20-21	$A_5 \rightarrow A_6$
21-22	$A_6 \rightarrow A_6$
22-23	$A_6 \rightarrow A_6$
23-24	$A_6 \rightarrow A_6$
24-25	$A_6 \rightarrow A_6$
25-26	$A_6 \rightarrow A_6$
26-27	$A_6 \rightarrow A_5$
27-28	$A_5 \rightarrow A_5$
28-29	$A_5 \rightarrow A_4$
29-30	$A_4 \rightarrow A_4$
30-31	$A_4 \rightarrow A_4$
31-32	$A_4 \rightarrow A_4$
32-33	$A_4 \rightarrow A_3$
33-34	$A_3 \rightarrow A_3$
34-35	$A_3 \rightarrow A_3$
35-36	$A_3 \rightarrow A_3$
36-37	$A_3 \rightarrow A_3$
37-38	$A_3 \rightarrow A_3$
38-39	$A_3 \rightarrow A_3$
39-40	$A_3 \rightarrow A_3$
40-41	$A_3 \rightarrow A_3$
41-42	$A_3 \rightarrow A_2$

Selanjutnya menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (RLFG) dari FLR yang telah diketahui.

TABEL IV  
DATA FUZZYs LOGICALs RELATIONSHIPs GROUP

Current.State (state saat ini)	Next State (state selanjutnya)	Jumlah State
$A_1$	$A_1(8), A_2(2)$	10
$A_2$	$A_1, A_2, A_3$	3
$A_3$	$A_2(1), A_3(8), A_5(1)$	10
$A_4$	$A_3(1), A_4(3)$	4
$A_5$	$A_4(1), A_5(4), A_6(2)$	7
$A_6$	$A_5(2), A_6(5)$	7
Jumlah		41

Setelah FLRG diperoleh, selanjutnya membentuk proses transisi peramalan :



Gambar1. Bagan Transisi

6. Nilai Peramalan Awal

selanjutnya dibentuk matriks peluang transisi rantai markov yang berdimensi  $6 \times 6$  dari *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) yang telah. maka bentuk matriksnya berdasarkan pada persamaan (5):

$$R = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,33 & 0,33 & 0,33 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0,8 & 0 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0 & 0,25 & 0,75 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,14 & 0,57 & 0,28 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,28 & 0,71 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya menghitung nilai peramalan awal, misalnya perhitungan peramalan untuk tanggal 3 Maret 2020 (data ke-2) dengan melihat data sebelumnya , yaitu tanggal 2 Maret 2020 (data ke-1) dimana *state* bertransisi dari  $A_1 \rightarrow A_1$ , sehingga

$$\begin{aligned} F(2) &= F(A_1) \\ &= Y(t-1)P_{11} + m_2P_{12} \\ &= (3412,07)(0,8) + (3468)(0,2) \\ &= 3423,256 \end{aligned}$$

seluruh nilai peramalan awal disajikan pada Tabel V.

TABEL V  
NILAI PERAMALAN AWAL

No	Tanggal	Kurs	Data <i>Fuzzy</i>	Peramalan Awal F(t)
1	02-Mar-20	3412,07	$A_1$	-
2	03-Mar-20	3361,26	$A_1$	3423,256
3	04-Mar-20	3365,19	$A_1$	3382,608
4	05-Mar-20	3380,61	$A_1$	3385,752
5	06-Mar-20	3387,99	$A_1$	3398,088
6	09-Mar-20	3389,62	$A_1$	3403,992
7	10-Mar-20	3385,82	$A_1$	3405,296
8	11-Mar-20	3358,01	$A_1$	3402,256
9	12-Mar-20	3387,58	$A_1$	3380,008
10	13-Mar-20	3433,71	$A_2$	3403,664
11	16-Mar-20	3429,61	$A_1$	3422,0043
12	17-Mar-20	3476,39	$A_2$	3437,288
13	18-Mar-20	3471,67	$A_2$	3436,0887
14	19-Mar-20	3556,29	$A_3$	3434,5311
15	20-Mar-20	3675,74	$A_5$	3560,832
16	23-Mar-20	3723,52	$A_5$	3655,3318
17	24-Mar-20	3701,17	$A_5$	3682,5664
18	26-Mar-20	3695,71	$A_5$	3669,8269
19	27-Mar-20	3766,06	$A_6$	3666,7147
20	30-Mar-20	3723,78	$A_5$	3707,1026
21	31-Mar-20	3769,72	$A_6$	3682,7146
22	01-Apr-20	3786,45	$A_6$	3709,7012
23	02-Apr-20	3798,7	$A_6$	3721,5795
24	03-Apr-20	3758,13	$A_6$	3730,277
25	06-Apr-20	3765,31	$A_6$	3701,4723
26	07-Apr-20	3749,24	$A_6$	3706,5701
27	08-Apr-20	3711,97	$A_5$	3695,1604
28	09-Apr-20	3719,17	$A_5$	3675,9829
29	13-Apr-20	3645,8	$A_4$	3680,0869
30	14-Apr-20	3614,46	$A_4$	3619,85
31	15-Apr-20	3606,85	$A_4$	3596,345
32	16-Apr-20	3593,7	$A_4$	3590,6375
33	17-Apr-20	3533,9	$A_3$	3580,775
34	20-Apr-20	3518,04	$A_3$	3542,92

35	21-Apr-20	3539,87	$A_3$	3530,232
36	22-Apr-20	3520,27	$A_3$	3547,696
37	23-Apr-20	3562,85	$A_3$	3532,016
38	24-Apr-20	3541,24	$A_3$	3566,08
39	27-Apr-20	3556,41	$A_3$	3548,792
40	28-Apr-20	3523,22	$A_3$	3560,928
41	29-Apr-20	3511,43	$A_3$	3534,376
42	30-Apr-20	3481,35	$A_2$	3524,944

7. Nilai Penyesuaian pada Peramalan

Nilai penyesuaian digunakan untuk mengurangi besarnya error. Seluruh perhitungan nilai penyesuaian pada peramalan berdasarkan aturan-aturan yang terdapat pada persamaan (10), (11), (12), dan (13). Contoh perhitungan untuk tanggal 12 Maret 2020 diketahui bahwa FLR-nya adalah  $A_1 \rightarrow A_2$  maka data ini menggunakan persamaan (10):  $D_{t(12 \text{ Maret } 2020)} = \binom{t}{2} = \binom{74}{2} = 37$ . Data lengkapnya dapat dilihat pada Tabel VI.

8. Nilai Peramalan Akhir

Seluruh nilai peramalan akhir ditampilkan pada Tabel VI.

TABEL VI.  
NILAI PERAMALAN AKHIR

Tanggal	Kurs	Peramalan Awal F(t)	Adj Value	Peramalan Akhir F'(t)
02-Mar-20	3412,07	-	-	-
03-Mar-20	3361,26	3423,256	0	3423,256
04-Mar-20	3365,19	3382,608	0	3382,608
05-Mar-20	3380,61	3385,752	0	3385,752
06-Mar-20	3387,99	3398,088	0	3398,088
09-Mar-20	3389,62	3403,992	0	3403,992
10-Mar-20	3385,82	3405,296	0	3405,296
11-Mar-20	3358,01	3402,256	0	3402,256
12-Mar-20	3387,58	3380,008	0	3380,008
13-Mar-20	3433,71	3403,664	37	3440,664
16-Mar-20	3429,61	3422,0043	-37	3385,0043
17-Mar-20	3476,39	3437,288	37	3474,288
18-Mar-20	3471,67	3436,0887	0	3436,0887
19-Mar-20	3556,29	3434,5311	37	3471,5311
20-Mar-20	3675,74	3560,832	74	3634,832
23-Mar-20	3723,52	3655,3318	0	3655,3318
24-Mar-20	3701,17	3682,5664	0	3682,5664
26-Mar-20	3695,71	3669,8269	0	3669,8269
27-Mar-20	3766,06	3666,7147	37	3703,7147
30-Mar-20	3723,78	3707,1026	-37	3670,1026
31-Mar-20	3769,72	3682,7146	37	3719,7146
01-Apr-20	3786,45	3709,7012	0	3709,7012
02-Apr-20	3798,7	3721,5795	0	3721,5795
03-Apr-20	3758,13	3730,277	0	3730,277
06-Apr-20	3765,31	3701,4723	0	3701,4723
07-Apr-20	3749,24	3706,5701	0	3706,5701
08-Apr-20	3711,97	3695,1604	-37	3658,1604
09-Apr-20	3719,17	3675,9829	0	3675,9829
13-Apr-20	3645,8	3680,0869	-37	3643,0869
14-Apr-20	3614,46	3619,85	0	3619,85
15-Apr-20	3606,85	3596,345	0	3596,345
16-Apr-20	3593,7	3590,6375	0	3590,6375

17-Apr-20	3533,9	3580,775	-37	3543,775
20-Apr-20	3518,04	3542,92	0	3542,92
21-Apr-20	3539,87	3530,232	0	3530,232
22-Apr-20	3520,27	3547,696	0	3547,696
23-Apr-20	3562,85	3532,016	0	3532,016
24-Apr-20	3541,24	3566,08	0	3566,08
27-Apr-20	3556,41	3548,792	0	3548,792
28-Apr-20	3523,22	3560,928	0	3560,928
29-Apr-20	3511,43	3534,376	0	3534,376
30-Apr-20	3481,35	3524,944	-37	3487,944

9. Pengukuran Kesalahan Hasil Peramalan

Pada penelitian ini menghitung hasil peramalan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Berdasarkan perhitungan data kurs antara Ringgit Malaysia dengan Rupiah memperoleh nilai MAPE sebesar 3,22%, artinya terjadi kesalahan peramalan sebesar 3,22% dengan tingkat akurasi mencapai 96,78% dari data aktual.

10. Hasil Ramalan

Hasil ramalan nilai tukar mata uang antara Ringgit Malaysia dengan Rupiah pada tanggal 4 Mei 2020 sebesar Rp 3.468. Dimana nilai kurs tanggal 4 Mei 2020 menurun dari hari sebelumnya, yaitu tanggal 30 April 2020 sebesar Rp 3487,944. Penurunan dan kenaikan nilai mata uang perlu diketahui eksportir karena memiliki dampak bagi eksportir. Dampak yang terjadi akibat melmahnya kurs bagi eksportir, yaitu keuntungan eksportir dalam negeri meningkat.

SIMPULAN

Dari analisis penelitian yang sudah dilaksanakan sehingga diperoleh kesimpulan pada penelitian ini, yaitu tingkat akurasi model ramalan dengan Fuzzy Time Series Markov Chain menggunakan MAPE. Tingkat akurasi peramalan dengan MAPE sebesar 96,78% atau kesalahan peramalan sebesar 3,22% dari data actual dan hasil ramalan menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain pada 6 himpunan fuzzy, diperoleh harga kurs beli Ringgit Malaysia terhadap Rupiah untuk 4 Mei 2020, yaitu Rp 3.468.

REFERENSI

[1] Emilia., Nurjanah, R., dan Aminah, S. 2018. Dampak Ekspor Ketiga Negara di Kawasan Selat Malaka terhadap Penyerapan Tenaga Kerja Indonesia di Sektor Pertanian. Jurnal Perdagangan Ekonomi, 13(1): 29-36.  
 [2] Badan Pusat Statistika Indonesia. 2019. Statistik Indonesia 2019. Jakarta: BPS Indonesia.  
 [3] Song, Q., and Chissom, B. S. 1993. Forecasting enrollments with fuzzy time series – Part I, Fuzzy Sets and System. 54(1): 1-9.  
 [4] Song, Q., and Chissom, B. S. 1994. Forecasting enrollments with fuzzy time series – Part II, Fuzzy Sets and System. 62(1): 1-8.  
 [5] Mankiw, G. N. 2003. Microeconomics 5<sup>th</sup> Edition. Worth  
 [6] Aulia Rindu Permata, Arnellis, 2018. Penyelesaian Sistem Persamaan Linear Fuzzy Menggunakan Metode Dekomposisi Crout. UNP Journal of Mathematics.

- [7] Tsaur, R. C. 2012. *A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With an Application to Forecast the Exchange Rate Between the Taiwan and US Dollar*. International journal of innovative computing, information and control, 8(7B): 4931-4942.
- [8] Bank Indonesia Website. 2020. [Online]. Available: <https://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx>