

Penerapan Model Hibrida Arima-Runtun Waktu *Fuzzy* Chen pada Saham JII

Ade Rizky Rahmania, Winita Sulandari*, Isnandar Slamet
Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret
[*winita@mipa.uns.ac.id](mailto:winita@mipa.uns.ac.id)

Abstrak—Investasi di pasar modal banyak diminati dengan tujuan mendapatkan *capital gain* dan *dividen*. Investor perlu melakukan penelitian sebelum membuat keputusan untuk membeli saham di suatu pasar modal agar terhindar dari risiko terjadinya kerugian dan mendapatkan peluang keuntungan. Penelitian ini membahas mengenai prediksi harga *closing* saham di pasar modal syariah Indonesia yaitu *Jakarta Islamic Index* (JII) menggunakan model hibrida ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* Chen. Model hibrida dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan model tunggal sehingga mendapatkan hasil yang baik untuk peramalan. Model ARIMA digunakan untuk pendekatan komponen linier dan model runtun waktu *fuzzy* Chen digunakan untuk pendekatan komponen nonlinier. Data yang digunakan adalah data *closing* harga saham *Jakarta Islamic Index* sejak 13 April 2021 sampai 13 April 2022 untuk data *insample* dan 14 April 2022 sampai 22 Juli 2022 sebagai data *outsample*. Penelitian ini mendapatkan tiga model ARIMA yang memenuhi yaitu ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), dan ARIMA (2,1,0) yang kemudian residu dari setiap model ARIMA tersebut dianalisis dengan *fuzzy* runtun waktu Chen. Model hibrida terbaik yang didapatkan untuk peramalan yaitu model hibrida ARIMA (1,1,0) dan runtun waktu *fuzzy* Chen dengan nilai akurasi terkecil yaitu nilai MAPE sebesar 0,101% dan RMSE sebesar 1,1978.

Kata kunci: ARIMA, Hibrida, Runtun waktu *fuzzy* Chen.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pasar modal mempunyai peranan penting sebagai salah satu sumber pembiayaan bagi dunia usaha dan wahana investasi bagi masyarakat. Saat ini, pasar modal syariah memiliki peluang yang sangat besar untuk berkembang di Indonesia. Berkembangnya pasar modal syariah di Indonesia didasari faktor bahwa Indonesia adalah negara yang mayoritas penduduknya menganut agama Islam dengan jumlah terbesar di dunia. Pasar modal syariah memiliki prinsip yang berbeda dengan pasar modal konvensional. Prinsip syariah dipasar modal adalah prinsip hukum islam dalam kegiatan pasar modal yang berdasarkan Fatwa Dewan Syariah Nasional Majelis Ulama Indonesia (DSN-MUI).

Jakarta Islamic Index (JII) adalah salah satu indeks saham yang sesuai syariah. JII terdiri atas tiga puluh saham syariah. Tiga puluh saham syariah JII adalah saham syariah yang memiliki likuiditas tinggi. JII dapat menjadi salah satu alternatif pilihan berinvestasi dalam pasar modal syariah dengan pertimbangan tersebut. JII pada periode 30 Juni 2021, ditutup pada level 544,30 atau mengalami penurunan sebesar 13,66% dibandingkan akhir tahun 2020. Kapitalisasi pasar JII ditutup pada Rp1.780,19 triliun yaitu menurun sebesar 13,53% dibandingkan akhir tahun 2020. Jika dibandingkan pada tanggal 24 Maret 2020, indeks JII mengalami peningkatan sebesar 38,20% dan peningkatan nilai kapitalisasi pasar sebesar 36,09% [1].

Peramalan mengenai harga saham untuk periode yang akan datang perlu dilakukan sebagai referensi sebelum memutuskan membeli atau menjual. Peramalan yang dilakukan perlu menghasilkan tingkat akurasi yang baik karena digunakan untuk mengurangi risiko kerugian dan mengetahui informasi peluang untuk memperoleh keuntungan. Peramalan dilakukan dengan menggunakan data runtun waktu. Salah satu model data runtun waktu yang dapat digunakan yaitu model ARIMA sebagai pendekatan linier. Model ARIMA dapat digunakan untuk meramalkan data runtun waktu yang memiliki pola stasioner, tren, dan musiman. Penelitian dengan data runtun waktu JII pada periode Mei hingga Juli 2010 menggunakan model ARIMA menghasilkan model ARIMA terbaik yaitu ARIMA (1,0,0) dan didapatkan prediksi dari harga saham JII yang mengalami penurunan pada 10 periode kedepan di bulan Agustus [2].

Penerapan model runtun waktu sebagai pendekatan nonlinier dapat dilakukan dengan metode runtun waktu *fuzzy*. Referensi [3] dan [4] merupakan peneliti pertama yang memperkenalkan teori runtun waktu *fuzzy*. Pengembangan runtun waktu *fuzzy* dilakukan dengan operasi yang sederhana pada tahap defuzzifikasi dengan data yang sama yaitu data pendaftaran mahasiswa baru di Universitas Alabama yang dikenal dengan model runtun waktu *fuzzy* Chen [5]. Penelitian ini menghasilkan prakiraan yang baik mengenai pendaftaran universitas. Penerapan metode runtun waktu *fuzzy* sangat sederhana dan terbukti bahwa metode tersebut memiliki akurasi yang tinggi, dibuktikan dengan nilai *Mean Square Error* (MSE) yang kecil.

Model hibrida adalah penggabungan dua model runtun waktu untuk meningkatkan nilai akurasi. Penelitian mengenai model hibrida pertama kali dilakukan dengan menggunakan model ARIMA dan *Neural Network* (NN) [6]. Model hibrida ARIMA digunakan sebagai pendekatan linier dan model NN digunakan sebagai pendekatan nonlinier. Hasil dari penelitian ini adalah nilai residu hibrida ARIMA dan NN lebih kecil dibandingkan dengan model tunggal ARIMA dan NN. Penelitian lain dengan metode hibrida dilakukan dengan menggunakan metode hibrida ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* yang bertujuan untuk meramalkan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta (BSH) [7]. Pada pemodelan runtun waktu *fuzzy*, peneliti menggunakan model orde tunggal pertama, kedua, ketiga, dan keempat dengan pembobot Chen, Yu, Cheng, dan Lee. Hasil penelitian menunjukkan model peramalan terbaik yaitu model hibrida **ARIMA (0,1,1)** dan runtun waktu *fuzzy* Chen orde pertama berdasarkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) terkecil.

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian mengenai analisis harga saham *closing* JII dengan menggunakan metode hibrida ARIMA Box Jenkins dan runtun waktu *fuzzy* Chen. Penelitian ini membahas mengenai penerapan model ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* Chen untuk meramalkan data JII.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana penerapan model hibrida ARIMA Box Jenkins dan runtun waktu *Fuzzy* Chen pada harga *closing* saham JII?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan hasil penerapan model hibrida ARIMA Box Jenkins dan runtun waktu *Fuzzy* Chen pada data harga *closing* saham JII.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai masukan bagi investor dalam pengambilan keputusan karena didapatkan model peramalan terbaik harga saham pada masa yang akan datang dengan menggunakan metode hibrida ARIMA Box Jenkins dan runtun waktu *fuzzy* Chen. Selain itu, dapat digunakan sebagai referensi dalam mengembangkan penelitian serupa di masa yang akan datang.

II. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian dengan menggunakan model hibrida ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* Chen sebagai berikut.

A. Studi literatur

Studi literatur terhadap materi terkait, yaitu pemahaman metode ARIMA Box-Jenkins, metode runtun waktu *fuzzy* Chen, dan metode hibrida.

B. Variabel Penelitian

Sumber data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder yang digunakan adalah harga *closing* harian JII. Data harga *closing* digunakan untuk acuan harga *open* di hari berikutnya. Data harga *closing* JII diambil dari www.finance.yahoo.com.

C. Pembagian data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga *closing* saham JII sebanyak 249 data yaitu pada 13 April 2021 hingga 13 April 2022 yang disebut sebagai data *insample*. Data *outsample* sebanyak 62 data yaitu pada 14 April 2022 sampai 22 Juli 2022. Data *insample* digunakan untuk pembentukan model, sedangkan data *outsample* digunakan untuk validasi model.

D. *Prosedur penelitian hibrida ARIMA-Runtun waktu fuzzy Chen*

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menganalisis data dengan model ARIMA untuk mendapatkan model yang memenuhi semua uji. Residu dari model ARIMA yang telah ditetapkan dianalisis menggunakan model runtun waktu *fuzzy Chen*. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rstudio dan Microsoft Excel. Langkah penelitian model hibrida ARIMA dan runtun waktu *fuzzy Chen* sebagai berikut.

1) Mengaplikasikan model ARIMA dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Identifikasi model

Identifikasi model dilakukan untuk mengetahui apakah data runtun waktu yang akan digunakan bersifat stasioner atau tidak. Uji stasioneritas dilakukan berdasarkan kestasioneran data dalam variansi dan rata-rata. Data yang tidak stasioner dalam variansi akan dilakukan transformasi dan data yang tidak stasioner dalam rata-rata dilakukan diferensiasi. Tingkatan diferensiasi akan menentukan nilai (d) pada model ARIMA (p, d, q)

b. Menetapkan model sementara ARIMA (p, d, q)

Menetapkan model sementara ARIMA (p, d, q) disesuaikan dengan tingkatan diferensiasi untuk ordo d , dan untuk ordo p dan q disesuaikan dengan mengamati pola ACF dan PACF.

c. Uji Signifikansi Parameter

Estimasi parameter model dilakukan pada model sementara ARIMA yang telah ditetapkan. Model ARIMA signifikan jika nilai signifikansi setiap parameter model kurang dari α (α) dengan nilai α adalah 0,05.

d. Uji Diagnostik

Pengujian diagnostik dilakukan dengan data residu dari model ARIMA dengan uji normalitas dan uji independensi. Uji independensi menggunakan uji Ljung-Box dan uji normalitas dengan menggunakan uji Jarque Bera.

e. Peramalan

Tahap akhir yaitu menggunakan model ARIMA yang telah memenuhi uji parameter model dan uji diagnostik untuk menghitung nilai *error*.

2) Mengaplikasikan model runtun waktu fuzzy Chen.

Mengaplikasikan model runtun waktu *fuzzy Chen* menggunakan data residu yang didapat dari model ARIMA sebelumnya dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Pembentukan himpunan semesta (U).

$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$, dengan D_{min} ialah nilai terkecil dan D_{max} ialah nilai terbesar dari data historis. Nilai D_1 dan D_2 adalah bilangan positif yang ditentukan sendiri untuk nilai himpunan semesta dari himpunan data historis

b. Pembentukan interval.

Pembentukan interval dilakukan untuk mengetahui banyaknya interval dengan membagi himpunan semesta dengan jarak yang sama. Panjang interval akan membentuk nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval yang terbentuk dari himpunan semesta.

c. Menentukan Himpunan *Fuzzy*.

Himpunan *fuzzy* adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan dari derajat keanggotaan. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_n adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n}. \quad (1)$$

Himpunan *fuzzy* A_i memiliki fungsi keanggotaan yaitu μ_{A_i} , sehingga didapatkan $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$. Apabila u_i merupakan anggota dari A_i maka $\mu_{A_i}(u_i)$ merupakan derajat keanggotaan u_i terhadap A_i .

d. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Menentukan FLR berdasarkan data dengan memperhatikan hubungan *fuzzy* A_i . FLR $A_i \rightarrow A_j$ ditentukan berdasarkan nilai A_i , dimana A_i adalah tahun n dan A_j tahun $n + 1$ pada data *time series*.

f. Melakukan proses defuzzifikasi.

Proses defuzzifikasi merupakan penentuan nilai peramalan akhir.

3) Pembentukan model hibrida

Model hibrida didapatkan dengan menjumlahkan hasil peramalan model ARIMA dengan hasil peramalan model runtun waktu *fuzzy Chen*. Berdasarkan referensi [6], data runtun waktu yang terdiri dari komponen linier dan nonlinier dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$z_t = L_t + N_t \quad (2)$$

Berdasarkan (2) diketahui bahwa L_t merupakan komponen linier dan N_t merupakan komponen nonlinier dari z_t . Model hibrida didapatkan dengan menggabungkan model linier dan model nonlinier.

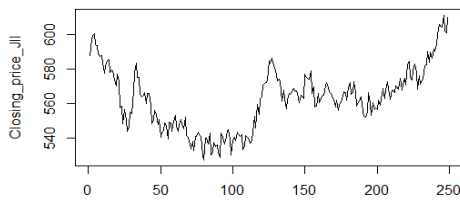
4) Pemilihan metode terbaik

Model hibrida yang telah didapatkan dilakukan evaluasi *error* menggunakan nilai MAPE dan RMSE untuk memilih model terbaik.

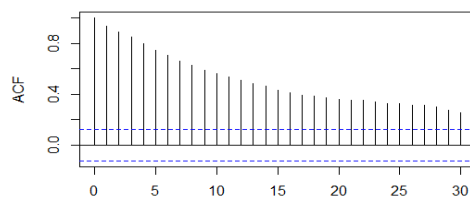
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Pola Data

Identifikasi dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui pola data yang akan diteliti dan dapat diketahui melalui grafik runtun waktu. Pola data harga *closing* di JII ditunjukkan pada Gambar 1.



GAMBAR 1. GRAFIK RUNTUN WAKTU DATA HARGA CLOSING JII PERIODE 13 APRIL 2021-13 APRIL 2022



GAMBAR 2. PLOT ACF DATA HARGA CLOSING JII PERIODE 13 APRIL 2021-13 APRIL 2022

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa data *closing* JII tidak stasioner. Ketidakstasioneritas data tidak hanya dapat diidentifikasi melalui grafik runtun waktu, namun dapat juga dilihat melalui plot ACF yang disajikan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa data tidak stasioner dan mengandung unsur tren. Hal ini ditandai dengan adanya nilai korelasi yang cukup tinggi diantara observasi yang berurutan dan nilai koefisien korelasi yang turun secara perlahan sejalan dengan meningkatnya lag [8].

B. Pemodelan ARIMA

Metode hibrida pada penelitian ini menggabungkan model linier yaitu model ARIMA dan model non linier yaitu model runtun waktu *fuzzy* Chen. Berdasarkan referensi [10] ada tiga tahap untuk melakukan pemodelan runtun waktu menggunakan model ARIMA, yaitu identifikasi model berdasarkan data historis, pendugaan dan pengujian parameter, dan uji diagnostik model untuk memeriksa kelayakan model. Oleh karena itu, langkah pertama yang dilakukan adalah identifikasi model berdasarkan data historis. Data historis diidentifikasi untuk mengetahui kestasioneran data sebelum dilakukan peramalan model ARIMA. Data harus stasioner terhadap variansi dan rata-rata. Hasil penelitian pada uji stasioner dalam variansi menggunakan uji Box Cox mendapatkan nilai $\lambda = 1$ yang artinya adalah data stasioner terhadap variansi. Hasil plot runtun waktu dan plot ACF menunjukkan bahwa data tidak stasioner dalam rata-rata karena berpola tren sehingga perlu dilakukan differencing orde ke-1. Plot ACF dan PACF dapat digunakan untuk mengidentifikasi model ARIMA [9]. Berdasarkan hasil analisis diperoleh tiga model ARIMA yang signifikan pada setiap parameter, yaitu model **ARIMA (0,1,1)**, **ARIMA (1,1,0)**, dan **ARIMA (2,1,0)**.

Pendugaan model yang telah diidentifikasi signifikan pada semua parameter, kemudian dilakukan uji diagnostik dengan uji normalitas dan uji independensi. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residu yang dihasilkan mengikuti pada distribusi normal atau tidak. Untuk mengetahui kenormalan residu digunakan uji Jarque Bera dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Residual berdistribusi normal.

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal.

Jika statistik hitung Jarque Bera lebih besar dari nilai kritis *chi-square* dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,5$ dan derajat bebas 2 ($JB > X^2_{(\alpha;2)}$), maka keputusan yang dapat diambil adalah tolak H_0 yang artinya residu tidak berdistribusi normal.

Uji independensi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan uji Ljung-Box. Suatu model dikatakan baik jika tidak terdapat autokorelasi pada residu yang dihasilkan. Uji Ljung-Box dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$ (tidak terdapat autokorelasi pada residu).

H_1 : Paling sedikit terdapat satu $\rho_i \neq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ (terdapat autokorelasi pada residu).

Jika statistik hitung Ljung-Box atau $Q(m) > \chi^2_{(\alpha, K-1)}$, maka H_0 ditolak yang artinya terdapat autokorelasi pada residu.

Hasil dari uji diagnostik dengan menggunakan *software* Rstudio pada setiap model dilampirkan pada Tabel 1.

TABEL 1. HASIL UJI DIAGNOSTIK MODEL ARIMA

No	Model ARIMA	Uji Normalitas	Uji Independensi
1	ARIMA (0,1,1)	✓	✓
2	ARIMA(1,1,0)	✓	✓
3	ARIMA (2,1,0)	✓	✓

Keterangan : Tanda ✓ menunjukkan uji terpenuhi.

Berdasarkan Tabel 1, model ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), dan ARIMA (2,1,0) memenuhi uji diagnostik. Berdasarkan hasil *output* Rstudio mengenai ketiga model tersebut, diketahui nilai koefisien setiap model ditampilkan pada Tabel 2.

TABEL 2. HASIL OUTPUT KOEFISIEN MODEL ARIMA

ARIMA (0,1,1)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (2,1,0)
$\theta_1 = MA(1) = -0,242$	$\phi_1 = AR(1) = -0,204$	$\phi_1 = AR(1) = -0,2331$ $\phi_2 = AR(2) = -0,1383$

Nilai dari hasil *output* kemudian disubstitusikan ke dalam bentuk persamaan ARIMA sesuai dengan modelnya. Persamaan model ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), dan ARIMA (2,1,0) disajikan dalam (3), (4), dan (5) sebagai berikut.

1) ARIMA (0,1,1) (3)

$$Y_t = Y_{t-1} - 0,242e_{t-1} + e_t$$

2) ARIMA (1,1,0) (4)

$$Y_t = 0,796Y_{t-1} - 0,204Y_{t-2} + e_t$$

3) ARIMA (2,1,0) (5)

$$Y_t = 0,7669Y_{t-1} - 0,0948Y_{t-2} + 0,1383Y_{t-3} + e_t$$

C. Pemodelan Runtun Waktu Fuzzy Chen

Residu dari ketiga model ARIMA tersebut yaitu ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), dan ARIMA (2,1,0) yang telah didapatkan dimodelkan menggunakan model runtun waktu *fuzzy* Chen. Langkah pertama dalam runtun waktu *fuzzy* Chen yaitu pembentukan himpunan semesta pada setiap model kemudian dilanjutkan dengan pembentukan interval, pembentukan himpunan *fuzzy*, hingga defuzzifikasi Chen pada setiap model.

Berikut penerapan model dengan runtun waktu *fuzzy* Chen.

1) Pembentukan Himpunan Semesta

Langkah awal dalam metode runtun waktu *fuzzy* Chen adalah pembentukan himpunan semesta. Pembentukan himpunan semesta dari data aktual terendah dan tertinggi. U merupakan lambang dari himpunan semesta dengan definisi $[X_{min}; X_{max}]$. X_{min} adalah data terendah dan X_{max} adalah data tertinggi. Himpunan semesta yang didapatkan pada setiap model yaitu pada residu ARIMA (0,1,1) adalah $U = [-24,000; 15,000]$, Himpunan semesta pada residu ARIMA(1,1,0) adalah $U = [-24,000; 15,000]$, dan himpunan semesta pada residu ARIMA (2,1,0) adalah $U = [-24,000; 17,000]$.

2) Pembentukan Interval

Pembentukan interval dilakukan ketika telah menentukan jumlah kelas. Menentukan jumlah kelas didapatkan dengan menggunakan rumus *sturges* seperti pada (6) yaitu :

$$\text{jumlah kelas} = 1 + 3,322 + \log(249) = 9 \quad (6)$$

Jumlah kelas pada setiap model tidak berbeda karena jumlah data yang digunakan sama yaitu 249 data. Setelah didapatkan jumlah kelas, maka dapat dibentuk interval disetiap model dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{panjang interval} = \frac{X_{max} - X_{min}}{\text{jumlah kelas}} \quad (7)$$

Jumlah interval disetiap model berbeda karena setiap model memiliki nilai X_{max} dan X_{min} yang berbeda. Hasil dari perhitungan panjang interval sesuai dengan (7) yaitu didapatkan interval pada model ARIMA (0,1,1) adalah 4,333 dibulatkan menjadi 4,5, model ARIMA (1,1,0) adalah 4,333 dibulatkan menjadi 4,5, dan model ARIMA(2,1,0) adalah 4,555 dan dibulatkan menjadi 4,7.

3) *Himpunan Fuzzy*

Pembentukan himpunan *fuzzy* yaitu dengan mengubah data numerik menjadi data linguistik berdasarkan interval yang telah diperoleh. Dapat disimpulkan terdapat sembilan kelas interval sehingga dapat terbentuk keanggotaan himpunan *fuzzy* A_i berada di antara 1,0,5,1 dengan $1 \leq i \leq 9$. Dari setiap himpunan *fuzzy* A_i terbentuk seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9\} \\
 A_2 &= \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9\} \\
 A_3 &= \{0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9\} \\
 A_4 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9\} \\
 A_5 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9\} \\
 A_6 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9\} \\
 A_7 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 1/u_7 + 0,5/u_8 + 0/u_9\} \\
 A_8 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0,5/u_7 + 1/u_8 + 0,5/u_9\} \\
 A_9 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0,5/u_8 + 1/u_9\}
 \end{aligned} \tag{8}$$

Berdasarkan himpunan *fuzzy* pada persamaan (8), A_1 merupakan derajat keanggotaan u_1 terhadap A_1 yang bernilai 1, derajat keanggotaan u_2 terhadap A_1 bernilai 0,5, dan pada derajat keanggotaan $u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8,$ dan u_9 bernilai 0. Demikian juga pada A_2 hingga A_9 .

4) *Fuzzifikasi, Fuzzy Logic Relationship (FLR) dan Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)*

Fuzzifikasi dilakukan berdasarkan interval yang diperoleh. FLR dilakukan dengan mengidentifikasi data yang telah dilakukan fuzzifikasi. FLRG digunakan untuk menghitung peramalan. Tabel 3 melampirkan hasil dari model ARIMA (0,1,1) dan runtun waktu *fuzzy* Chen.

TABEL 3. HASIL FUZZIFIKASI, FLR, DAN FLRG

No	Date	fuzzifikasi	FLR	FLRG
1	13 April 2021	A6	NA->A5	
2	14 April 2021	A8	A6->A8	G6
3	15 April 2021	A7	A8->A7	G8
.
247	11 April 2022	A4	A7->A4	G7
248	12 April 2022	A5	A4->A5	G4
249	13 April 2022	A8	A5->A8	G5

5) *Defuzzifikasi*

Perhitungan pada proses defuzzifikasi menggunakan nilai tengah dari masing-masing grup *fuzzy* dengan aturan sebagai berikut.

Aturan 1: jika terdapat himpunan *fuzzy* yang tidak memiliki relasi yaitu $A_i \rightarrow \emptyset$ yang memiliki nilai maksimum fungsi keanggotaannya dari A_i berada pada interval u_i , maka nilai defuzzifikasi merupakan nilai tengah interval.

Aturan 2: jika hanya terdapat satu FLRG yaitu A_i yaitu $A_i \rightarrow A_j$ maka nilai defuzzifikasi merupakan nilai tengah dari interval yang memiliki nilai keanggotaan pada A_j .

Aturan 3: jika terdapat lebih dari satu FLRG yaitu $A_i \rightarrow A_i, A_j, \dots, A_p$ maka nilai defuzzifikasi merupakan rata-rata nilai tengah dari masing-masing interval yang memiliki nilai keanggotaan maksimum pada A_i, A_j, \dots, A_p .

Perhitungan untuk mendapatkan prediksi Chen sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan, ditampilkan pada Tabel 4 yaitu hasil defuzzifikasi dari residu model ARIMA (0,1,1).

TABEL 4. HASIL DEFUZZIFIKASI

Kelas	Nilai tengah	Current State	Next State	Prediksi Chen
1	-21,7508	A1		-21,7508292
2	-17,2508	A2	A5	-3,75082921
3	-12,7508	A3	A5,A6,A7	0,74917079
.
9	14,24917	A9	A5,A6,A8,A9	5,24917079

Perhitungan prediksi Chen pada Tabel 4 berdasarkan aturan yang telah ditetapkan, yaitu pada kelas 1 mengikuti aturan 1 karena himpunan *fuzzy* pada kelas 1 tidak memiliki relasi sehingga nilai defuzzifikasi pada kelas tersebut yaitu nilai tengahnya. Pada kelas 2 mengikuti aturan 2 karena himpunan *fuzzy* pada kelas 2 memiliki satu relasi, sehingga nilai defuzzifikasi pada kelas tersebut adalah nilai tengah dari relasinya. Pada kelas 3 mengikuti aturan ketiga karena himpunan *fuzzy* pada kelas 3 memiliki beberapa relasi sehingga defuzzifikasi pada kelas tersebut adalah dengan menjumlahkan nilai tengah dari relasi tersebut kemudian dibagi dengan banyak relasinya. Begitu juga perhitungan pada kelas lainnya.

D. ARIMA dan Runtun Waktu Fuzzy Chen

Hasil dari peramalan yang telah diperoleh dari runtun waktu *fuzzy* Chen akan digabungkan dengan hasil peramalan yang diperoleh dari model ARIMA yaitu hasil peramalan model ARIMA (0,1,1) yang diperoleh pada langkah pertama digabungkan dengan runtun waktu *fuzzy* dengan residu model tersebut, begitu juga dengan kedua model lainnya. Sehingga diperoleh 3 model hibrida ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* Chen. Hasil peramalan hibrida pada model ARIMA (0,1,1) dan runtun waktu *fuzzy* Chen ditampilkan pada Tabel 5 berikut.

TABEL 5. HASIL PERAMALAN HIBRIDA ARIMA (0,1,1) DAN RUNTUN WAKTU FUZZY CHEN

No	Date	ARIMA (0,1,1)	<i>fuzzy</i> Chen	Hibrida
1	13 April 2021	587,3221		587,3221
2	14 April 2021	588,1646	0,749170787	588,913771
3	15 April 2021	594,8866	-1,50082921	593,385771
.
248	12 April 2022	603,8816	-0,10773515	603,773865
249	13 April 2022	601,9186	-1,50082921	600,417771

Perbandingan keakuratan antara ketiga model hibrida berdasarkan kriteria MAPE dan RMSE disajikan dalam Tabel 6.

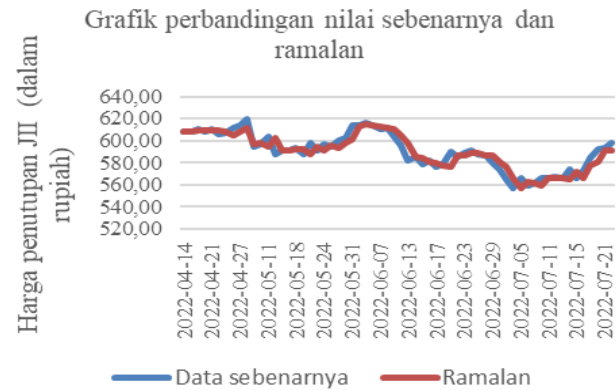
TABEL 6. PERBANDINGAN MAPE DAN RMSE SETIAP MODEL HIBRIDA

Model	Runtun waktu <i>fuzzy</i> Chen			
	Insample		Outsample	
	MAPE	RMSE	MAPE	RMSE
ARIMA (0,1,1)	0,77531	5,453966	0,784566	6,029839
ARIMA (1,1,0)	0,780102	5,477962	0,100974	1,197814
ARIMA (2,1,0)	0,753522	5,351941	0,272128	5,737121

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa model yang memiliki MAPE dan RMSE terkecil yaitu model *outsample* hibrida ARIMA (1,1,0) dan runtun waktu *fuzzy* Chen sebesar 0,101% dan 1,1978. Nilai MAPE tersebut menunjukkan bahwa model hibrida ARIMA (1,1,0) dan runtun waktu *fuzzy* Chen menghasilkan model yang sangat baik untuk peramalan. Nilai ramalan model hibrida ARIMA (1,1,0) dan runtun waktu *fuzzy* Chen dan nilai sebenarnya pada harga *closing* di JII periode 14 April 2022 sampai 22 Juli 2022 dalam rupiah disajikan dalam Tabel 7.

TABEL 7. NILAI RAMALAN DAN SEBENARNYA (RUPIAH)

Periode	Sebenarnya	Ramalan
14 April 2022	607,80	607,94
18 April 2022	608,65	608,57
19 April 2022	610,85	609,23
.	.	.
19 Juli 2022	584,10	576,97
20 Juli 2022	592,10	580,38
21 Juli 2022	592,90	591,22
22 Juli 2022	597,96	591,24



GAMBAR 3. GRAFIK PERBANDINGAN DATA SEBENARNYA DENGAN DATA RAMALAN

Berdasarkan Tabel 7, model hibrida ARIMA (1,1,0) dan runtun waktu *fuzzy* Chen sangat baik digunakan untuk meramalkan karena dibuktikan pada selisih antara data sebenarnya dan data ramalan. Visualisasi bahwa data sebenarnya dan data ramalan tidak jauh berbeda dapat dilihat pada Gambar 3.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

a) Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model hibrida ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* runtun waktu Chen pada data *closing* JII menghasilkan tiga model hibrida. Model hibrida terbaik yaitu model dengan nilai MAPE dan RMSE terkecil. Pada penelitian ini, model hibrida terbaik untuk peramalan pada harga *closing* JII yaitu ARIMA (1,1,0) dan runtun waktu *fuzzy* Chen dengan MAPE sebesar 0,101% dan RMSE sebesar 1,1978. Berdasarkan nilai keakuratan MAPE dan RMSE, model hibrida ARIMA (1,1,0) dan runtun waktu *fuzzy* Chen sangat baik untuk peramalan.

b) Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya jika tertarik mengenai model hibrida dan runtun waktu *fuzzy*, dapat dilakukan penelitian model hibrida ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* dengan pembobot dan orde yang berbeda sebagai pembandingan. Diharapkan dengan model hibrida ARIMA dan Runtun waktu *fuzzy* dengan pembobot dan orde yang berbeda didapatkan nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan model ARIMA dan runtun waktu *fuzzy* dengan pembobot Chen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Market update pasar modal syariah indonesia periode januari-juni 2021*. Jakarta: Otoritas Jasa Keuangan(OJK).
- [2] Anityaloka, R. N., dan Ambarwati, A. N. (2013). Peramalan saham *Jakarta Islamic Index* Menggunakan Metode ARIMA periode Bulan Mei-Juli 2010. *Statistika*, 1.
- [3] Song, Q., and Chissom, B. (1993b). *Fuzzy Time Series and Its Models*. *Fuzzy Sets and System*. 54:269-277.
- [4] Song, Q., and Chissom, B. S. (1993a). *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Sets and System*, 54:1-9.
- [5] Chen, S.-M. (1996). *Forecasting enrollments based on fuzzy time series*. *Elsevier*, 8.
- [6] Zhang, G. P. (2001). *Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model*. *Neurocomputing*, 159-175.
- [7] Hidayatullah, M. A., Sulandari W., dan Kuntari, S. (2015). Model Hibrida ARIMA Dan *Fuzzy Time Series* Untuk Meramalkan Data Berpola Tren. *Digilib uns*, 1-7.
- [8] Hanke, J. E., and Wichern, D. (2014). *Business Forecasting* (9th ed.). Edinburgh: Pearson.
- [9] Cryer, J. D., and Chan, K.-S. (2008). *Time Series Analysis with Application in R* (2nd ed.). New York: Springer.
- [10] Box, G.E.P., and Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Holden-Day, San Francisco, CA.