

Model Autoregressive Menggunakan Triangular Fuzzy Number Simetris Berdasarkan Standar Deviasi Data (Studi Kasus: Prediksi Nilai Tukar Rupiah Indonesia Terhadap Dolar Amerika)

Riswan Efendi¹, Sirda Yeni²

Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: riswan.efendi@uin-suska.ac.id; sirdayeni23@gmail.com;

ABSTRAK

Beberapa prosedur pembentukan *triangular fuzzy number* (TFN) dalam prediksi data *time series* sudah diperkenalkan. Namun pembentukan tersebut belum mencapai standar yang diharapkan, sehingga tidak mudah untuk diikuti dan diaplikasikan pada data prediksi atau tujuan lainnya. Dimotivasi oleh keadaan tersebut, maka penulis tertarik untuk membentuk sebuah prosedur baru TFN simetris berdasarkan standar deviasi data. Selanjutnya, TFN yang disarankan akan disimulasikan terlebih dahulu untuk membangun model *autoregressive* dengan menggunakan data bilangan acak yang dibangkitkan dan kemudian diimplementasikan untuk peramalan nilai tukar rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akurasi model *autoregressive single point* lebih besar dari TFN simetris. Dengan kata lain, prosedur baru TFN yang disarankan dapat dijadikan sebagai salah satu persiapan data input untuk meningkatkan akurasi hasil peramalan. Menariknya, melalui model *autoregressive* ini TFN simetris ini dapat ditentukan tiga peramalan secara serentak yaitu nilai tukar terendah, medium dan tertinggi.

Katakunci: Model *Autoregressive*, nilai tukar, standar deviasi, peramalan, TFN.

ABSTRACT

Various procedures have been introduced in determining of symmetrical triangular fuzzy numbers for time series data predictions. However, these procedures have some limitation and not easy to be followed for model predictions or other purposes. Based on these conditions, we are interested in establishing a new symmetrical triangular fuzzy number (TFN) procedure by using standard deviation data. Furthermore, the proposed TFN was firstly simulated to build autoregressive models by using random generated data and then implemented for exchange rate forecasting of the rupiah toward the US dollar. The results indicated that the accuracy of the single point autoregressive model is greater than the symmetrical TFN. In other words, the proposed TFN can be used an alternative for input data in improving the model accuracy. Interestingly, three different values can be predicted simultaneously using proposed TFN autoregressive model, such as, the low, medium and high of daily exchange rates.

Keyword : *Autoregressive model, exchange rate, standard deviation, forecasting, TFN.*

Pendahuluan

Peramalan memegang peranan yang penting dalam kehidupan, suatu kejadian yang belum diketahui dapat diprediksi dengan menggunakan data-data historis dari kejadian tersebut. Model *time series* sering digunakan dalam melakukan peramalan terhadap data-data historis, sebagai

contoh dalam mengamati kecepatan angin, tekanan darah dalam tubuh dan transaksi bursa saham baik domestik maupun internasional, kebutuhan listrik, nilai tukar dan lain sebagainya [7]. Metode penelitian yang telah dilakukan pada data *time series* statistik yaitu dengan menggunakan berbagai model seperti, *exponential smoothing*, *autoregressive (AR)*, *moving average (MA)* dan *autoregressive moving average (ARMA)* [6], Beberapa model *time series* yang di terapkan dalam penelitian seperti *fuzzy time series non-stationer* [5] dan *ARIMA Box-Jenkins* [4]. Selain itu model peramalan lain adalah model peramalan yang didasarkan pada kecerdasan buatan seperti jaringan syaraf (*neural network*), *hybrid*, *wavelet*, maupun *fuzzy system* [5].

Metode yang sering digunakan dalam berbagai penelitian banyak mengaplikasikan data dengan input data *single point* (titik tunggal). Dalam membangun model peramalan, data *single point* (titik tunggal) masih berlaku dan digunakan sebagai input. Namun, data *single point* tidak dijamin sebagai input yang dapat digunakan untuk data peramalan. Oleh karena itu, memvalidasi data *single point* untuk mencapai akurasi yang lebih baik dalam membangun model peramalan harus dipertimbangkan. Sebagai ilustrasi, jika data nilai tukar rupiah diamati lebih dari dua kali (beberapa pengamatan) sehari. Peneliti akan menggunakan data rata-rata untuk mewakili pengamatan sehari-hari secara umum. Maka akan ada kemungkinan ketika standar deviasi (*volatilitas*) dari data rata-rata sangat besar karena berbagai alasan seperti, kesalahan manusia, kesalahan mesin, alat ukur tidak berfungsi dengan baik, atau masalah politik lainnya terjadi selama prosedur pengumpulan data. Jika data *single point* digunakan dalam membangun model peramalan, akhirnya masalah standar deviasi yang besar dapat berkontribusi untuk meningkatkan kesalahan peramalan secara tidak langsung [2].

Mengevaluasi input data nilai tukar akan lebih *logic* jika data disajikan dalam bentuk acak *fuzzy*. Potensi teori *fuzzy* dalam meningkatkan model peramalan dapat ditemukan dalam berbagai aplikasi karena kelebihan yang terkenal dalam menjembatani kesenjangan antara data numerik (informasi kuantitatif) dan pernyataan linguistik (informasi kualitatif) [2]. Input data dalam bentuk *fuzzy* telah dilakukan dalam beberapa penelitian menggunakan *triangular fuzzy number* simetris dengan sebaran bilangan bulat $k=1,2,3, \dots, n$ [3] dan data *low-high* [2]. Dalam aplikasi lain [2] menekankan pentingnya menyesuaikan penyebaran kiri kanan dari *triangular fuzzy number* (TFN) dalam data beban listrik tahunan Taiwan.

Motivasi utama dari jurnal ini adalah model peramalan dengan modifikasi input data menggunakan prosedur TFN dengan sebarannya bersarkan standar deviasi data. Kontribusi utama makalah ini yaitu untuk membangun model peramalan *autoregressive* dengan prosedur TFN simetris pada data nilai tukar rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika. Selain itu, pengaruh prosedur TFN terhadap akurasi peramalan akan dilihat dengan membandingkan masing-masing nilai *error* data *training* dan data *testing*.

Metode dan Bahan Penelitian

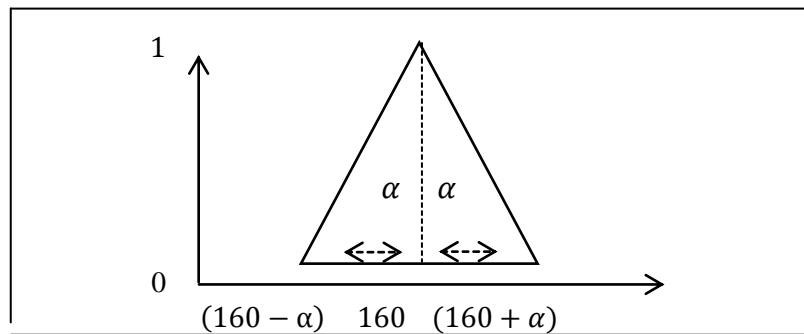
1. Desinisi *Triangular Fuzzy Number*

TFN merupakan singkatan dari *triangular fuzzy number* yang dilambangkan dengan $M = (m, \alpha, \beta)$ yang memiliki fungsi keanggotaan [2].

$$\mu_M(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x < m - \alpha \\ 1 - \frac{m - x}{\alpha}, & \text{untuk } m - \alpha < x < m \\ 1, & \text{untuk } x = m \\ 1 - \frac{m - x}{\beta}, & \text{untuk } m < x < m + \beta \\ 0, & \text{untuk } x > m + \beta \end{cases} \quad (1)$$

Titik m , dengan nilai keanggotaan 1 disebut nilai rata-rata dan α, β adalah sisi kiri dan sisi kanan sebaran masing-masing m . Sebuah TFN dikatakan simetris jika kedua

sebarannya sama, yaitu jika $\alpha = \beta$ dan terkadang dilambangkan dengan $M = m, \alpha$. Berdasarkan Definisi di atas, dapat dijelaskan dengan ilustrasi yaitu ada kemungkinan terjadi bahwa beberapa data atau angka tidak dapat ditentukan secara tepat atau akurat karena kesalahan dari teknik pengukuran atau instrumen dan lain-lain. Misalnya, jika tinggi seseorang tercatat sebagai 160 cm, akan tetapi ada kemungkinan itu bukanlah tinggi badan yang akurat. Kenyataannya, tingginya sebenarnya sekitar 160 cm dan mungkin sedikit lebih atau kurang dari 160 cm. Dengan demikian ketinggian seseorang dapat ditulis lebih tepat sebagai angka fuzzy segitiga $(160 - \alpha, 160, 160 + \alpha)$, di mana α adalah sebaran kiri dan kanan. Secara umum, TFN simetris dapat ditulis sebagai $(c - \alpha, c, c + \alpha)$, di mana α adalah sebaran kiri dan kanan masing-masing atau $(a - \alpha, a, a + \alpha)$ dapat ditulis sebagai (c, α) . Untuk lebih jelasnya bentuk TFN simetris ilustrasi di atas akan disajikan dalam Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Bentuk *Triangular Fuzzy Number* Simetris

2. Model Autoregressive

AR(p) adalah model linier yang paling dasar untuk proses stasioner. Model ini dapat diartikan sebagai proses hasil regresi dengan dirinya sendiri. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + a_t \quad (2)$$

Pada Persamaan (2), y_t merupakan data pada periode $t, (t=1,2,3, \dots, n)$. Sedangkan y_{t-1} merupakan data pada periode $(t-1), (t = 1,2,3, \dots, p)$, ϕ_0 merupakan konstanta, ϕ_i merupakan koefisien AR dimana $(i = 1, 2, 3, \dots, p)$ dan a_t merupakan error data pada periode t . Model AR yang digunakan dalam penelitian ini khusus nya adalah model AR(1). Proses Model AR(1), secara matematis di definisikan:

$$y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + a_t \quad (3)$$

Pada Persamaan (3), y_t merupakan data pada periode $t, (t=1,2,3, \dots, n)$. Sedangkan y_{t-1} merupakan data pada periode $t-1, \phi_0$ merupakan konstanta, ϕ_1 merupakan koefisien AR 1, dan a_t merupakan error data. Sedangkan untuk model AR (2) hanya menambahkan ϕ_2 untuk koefisien AR ke-2 pada data periode y_{t-2} demikian untuk AR (3), AR (4) dan seterusnya [1].

3. Tahap-tahap Pembentukan Model Peramalan *Box-Jenkins*

Menurut *Box-Jenkins* [1], ada 4 tahap penting yang harus dilakukan dalam membangun model peramalan *time series* yaitu:

- Tahap 1. Identifikasi kestasioneran data
- Tahap 2. Menentukan parameter model
- Tahap 3. Verifikasi model
- Tahap 4. Peramalan

4. Metode Penelitian

4.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data simulasi dengan membangkitkan bilangan acak (*rand data*) yaitu Rand (0,1) sebanyak 200 kali percobaan dan data real yaitu data harian nilai tukar rupiah Indonesia terhadap dollar Amerika.

4.2 Metode Penelitian

Tahap-tahap yang digunakan dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Tahap peramalan simulasi TFN yaitu melakukan percobaan dengan membangkitkan bilangan acak (*rand data*) sebagai *error* model menggunakan *general model* AR(1) sebagai berikut:

$$y_t = 0.8 y_{t-1} + a_t. \quad (4)$$

- b. Tahap peramalan implementasi TFN simetris yaitu peramalan nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika menggunakan peramalan *Box-Jenkins* untuk membangun model. Adapun langkah-langkahnya ialah identifikasi kestasioneran data, estimasi parameter, verifikasi model dan peramalan data *training-testing*.

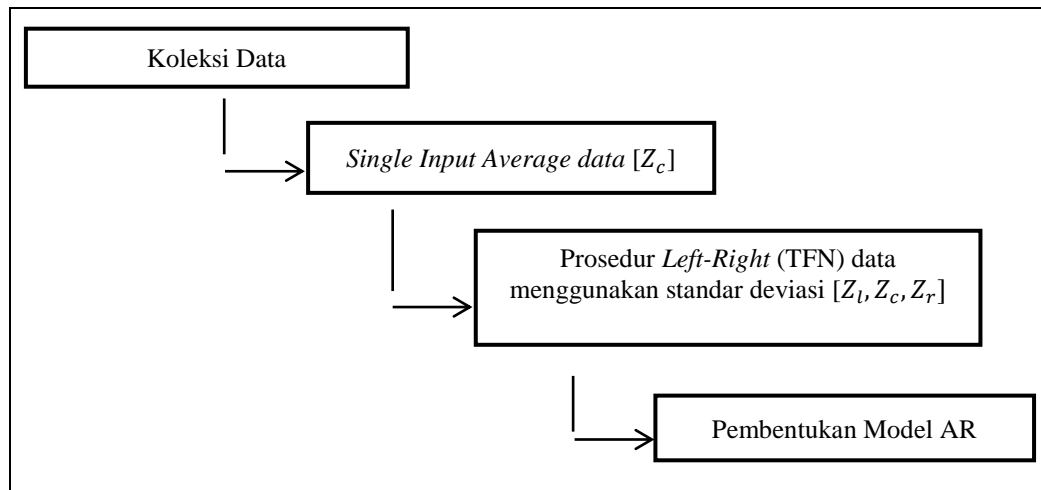
Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan membahas tentang persiapan input data *single point* ke TFN simetris, hasil simulasi dan implementasi dari prosedur baru TFN yang disarankan terhadap model AR(1). Selanjutnya untuk pembentukan model peramalan dilakukan dengan menggunakan tahap pembentukan model peramalan *Box-Jenkins*.

1. Persiapan Data

Persiapan input data dalam penelitian ini yaitu memodifikasi input data *single point* menjadi bentuk TFN menggunakan prosedur penyebaran *left-right* yang simetris. Untuk mencapai prosedur simetri *left-right* (LRS) haruslah konsisten untuk membangun model yang diinginkan. Pada penelitian ini penulis mengusulkan persiapan input data dengan sebaran TFN simetris menggunakan standar deviasi data. Berikut bentuk persamaan membangun TFN dan proses persiapan input data disajikan pada Gambar 2.

$$y_t^{left} - Std.Dev, y_t^{center}, y_t^{right} + Std.Dev \quad (5)$$



Gambar 2. Persiapan Input Data

2. Simulasi TFN pada Model AR

Pada simulasi TFN model AR akan melalui beberapa tahap yaitu tahap membangkitkan bilangan acak, tahap pemilihan model AR, tahap estimasi parameter dan tahap peramalan untuk data simulasi. Selengkapnya akan dijelaskan pada tahap-tahap berikut:

Tahap.1 Membangkitkan Bilangan Acak

Pada proses simulasi yaitu membangkitkan bilangan acak sebagai *error* model AR(1) yaitu rand (0,1) sebanyak 100 data dan dilakukan secara berulang sebanyak 200 kali eksperimen. Berikut contoh proses membangkitkan bilangan acak sebagai *error* model :

A2		=RAND()													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	RAND1	RAND2	RAND3	RAND4	RAND5	RAND6	RAND7	RAND8	RAND9	RAND10	RAND11	RAND12	RAND13	RAND14	RAND15
2	0.713638	0.792577	0.129364	0.80083	0.119364	0.598202	0.742485	0.045363	0.475735	0.317395	0.855554	0.60903	0.470607	0.662751	0.128034
3	0.45321	0.363931	0.802881	0.736584	0.543185	0.336519	0.70734	0.096281	0.49724	0.032646	0.908173	0.288093	0.631754	0.392113	0.381737
4	0.84721	0.687331	0.96939	0.483594	0.455635	0.000994	0.339358	0.837554	0.670078	0.153108	0.722468	0.998681	0.266822	0.889041	0.838328
5	0.948809	0.29511	0.98251	0.151822	0.261096	0.982465	0.47277	0.695285	0.066407	0.306296	0.4728	0.31109	0.375179	0.268172	0.981973
6	0.738828	0.179187	0.92295	0.101017	0.305136	0.548231	0.733582	0.872924	0.974588	0.738401	0.87977	0.529833	0.885779	0.821193	0.12035
7	0.574627	0.920517	0.269265	0.018546	0.792204	0.679089	0.832155	0.740905	0.089037	0.798398	0.362064	0.561261	0.381878	0.308916	0.908017
8	0.876019	0.607403	0.140244	0.423902	0.81452	0.27367	0.602567	0.252634	0.415637	0.310351	0.695273	0.742284	0.390769	0.500618	0.671466
9	0.097865	0.780953	0.507875	0.816665	0.210995	0.160845	0.047633	0.369285	0.489769	0.585397	0.937757	0.138382	0.032726	0.038811	0.845339
10	0.535275	0.634625	0.191377	0.422708	0.6139	0.781447	0.830114	0.199315	0.006777	0.500967	0.800373	0.816396	0.409362	0.174266	0.974668
11	0.303278	0.521824	0.751608	0.054768	0.28162	0.154757	0.433495	0.33826	0.73073	0.500361	0.696887	0.088339	0.667224	0.828114	0.527534
12	0.736732	0.813428	0.445887	0.800298	0.613664	0.503979	0.382554	0.641627	0.67389	0.550354	0.694055	0.143424	0.724189	0.47085	0.663134
13	0.299257	0.393932	0.641269	0.891381	0.920311	0.888171	0.969123	0.943704	0.45009	0.953924	0.255794	0.367903	0.466346	0.378069	0.814735
14	0.116704	0.712535	0.145127	0.053323	0.848285	0.062573	0.604046	0.130979	0.727694	0.83524	0.643862	0.323532	0.224303	0.465345	0.131735
15	0.759437	0.043384	0.950008	0.968208	0.498203	0.073076	0.580061	0.877824	0.607815	0.511559	0.861901	0.5672	0.287405	0.256422	0.810651
16	0.323117	0.484067	0.453771	0.213767	0.682868	0.77962	0.212433	0.234562	0.07782	0.070749	0.539188	0.499641	0.882337	0.082391	0.039707
17	0.601268	0.719335	0.241846	0.968133	0.211676	0.434578	0.400557	0.709094	0.989564	0.871972	0.759837	0.271215	0.370963	0.774687	0.250682

Gambar 3. Membangkitkan Bilangan Acak

Tahap.2 Pemilihan Model AR

Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan model yang mengikuti syarat ketentuan model AR(1) sebagai *general model* untuk menstransformasikan *error* data pada proses simulasi. Model yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

$$y_t = 0.8 y_{t-1} + a_t. \quad (6)$$

Setelah bilangan acak atau *error* data (a_t) ditransformasikan ke Persamaan (6), maka diperoleh data baru sebagai data *single point*. Hasil transformasi *error* data akan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Transformasi *Error* Data ke *general model* AR (1)

No	a_t	y_t
1	0.382202	0.382202
2	0.498891	0.804653
3	0.046074	0.689796
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
100	0.423695	2.720244
Std.Dev		0.54443

Setelah data *single point* diperoleh seperti pada Tabel 1, selanjutnya data akan dimodifikasi data TFN simetris berdasarkan standar deviasi data pada Persamaan (5). Berikut tabel hasil modifikasi data *single point* ke TFN simetris yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Modifikasi Data Bentuk TFN

No	y_t^{left}	y_t^{center}	y_t^{right}
1	-0.16223	0.382202	0.926632
2	0.260223	0.804653	1.349083
3	0.145366	0.689796	1.234226
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
100	2.175814	2.720244	3.264674

Dari hasil modifikasi data pada Tabel 2, diperoleh data TFN simetris berdasarkan standar deviasi data dengan y_t^{center} adalah data tengah, y_t^{right} adalah data sebaran kanan dan y_t^{left} adalah data sebaran kiri. Setelah data TFN simetris diperoleh selanjutnya akan dilakukan estimasi parameter pada masing-masing data.

Tahap.3 Estimasi Parameter

Setelah data diformat dalam bentuk TFN maka data akan diestimasi parameternya dengan bantuan *software* Minitab. Estimasi ini digunakan untuk melihat apakah parameter signifikan terhadap model atau tidak. Dikarenakan dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data bilangan acak normal maka secara langsung telah memenuhi syarat signifikansi parameter. Selanjutnya akan dilihat apakah koefisien yang didapatkan dari model baru TFN simetris mendekati koefisien *general model* yang digunakan saat simulasi. Jika semua koefisien yang dihasilkan mendekati koefisien *general model* maka eksperimen yang dilakukan adalah benar. Berikut adalah hasil estimasi parameter data *single point* dan estimasi *left-right* data yang akan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Parameter *Single Point* Data

No	Model AR(1)	Konstanta	Koefisien	Keterangan
----	-------------	-----------	-----------	------------

1	$y_t = 0.11341 + 0.9493 y(t-1)$	0.11341	0.9493	Mendekati 0.8
2	$y_t = 0.24864 + 0.8858 y(t-1)$	0.24854	0.8858	Mendekati 0.8
3	$y_t = 0.11341 + 0.9493 y(t-1)$	0.33455	0.8683	Mendekati 0.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
200	$y_t = 0.30943 + 0.907 y(t-1)$	0.20943	0.907	Mendekati 0.8
Rata-rata		0.25367	0.88931	

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada Tabel 3, diperoleh bahwa koefisien model hasil percobaan sebanyak 200 kali mendekati koefisien *general model* yaitu 0.8. Dengan cara yang sama akan di peroleh untuk estimasi parameter *left-right* data. Selanjutnya rata-rata dari konstanta dan koefisien ini akan dibentuk suatu model baru dari input *single point* yaitu model AR konvensional sedangkan dari input *left-right* yaitu model AR TFN.

Model AR(1) konvensional dan AR(1) TFN

$$y_t = 0.25367 + 0.88931 y_{t-1}. \quad (7)$$

Model AR(1) konvensional dan AR(1) TFN

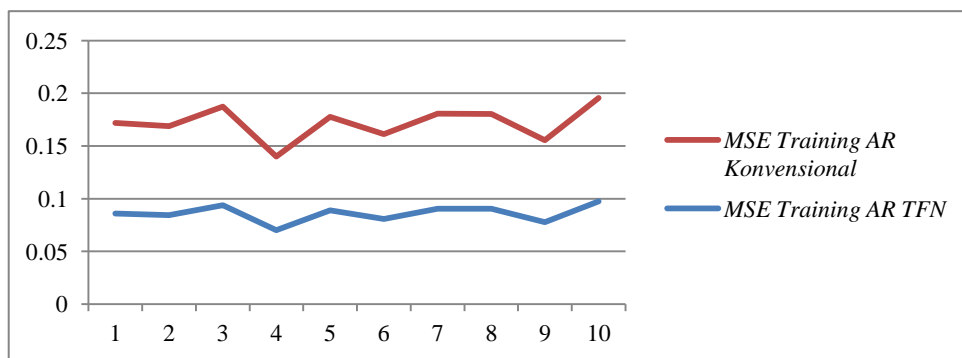
$$\tilde{y}_t = (0.29284, 0.31033) + 0.88931 \tilde{y}_{t-1}. \quad (8)$$

Persamaan (7) dan (8), akan diaplikasikan sebagai model untuk peramalan data *training* dan data *testing* data *single point* dan TFN simetris.

Tahap.4 Peramalan untuk Data Simulasi

a. Data Training

Pada Peramalan data *training* ini akan di ambil 1 *sheet* data dari 200 *sheet* sebagai contoh prediksi data *training* dan *MSE* data. Setiap *sheet* data memiliki jumlah data sebanyak 100 data. Untuk prediksi data *training* akan menggunakan 80% jumlah data yaitu sebanyak 80 data. Berikut plot *MSE* hasil prediksi data *training* model AR konvensional dengan input data *single point* dan *MSE* hasil prediksi AR TFN simetris yang disajikan pada Gambar 4.

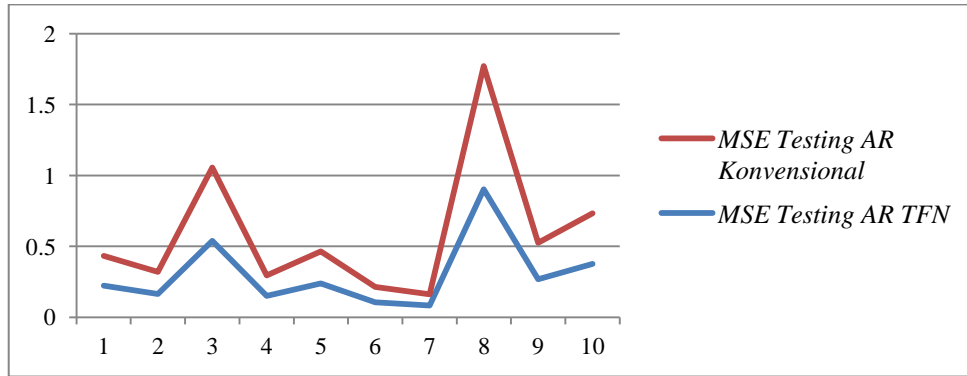


Gambar 4. Plot *MSE* Data Training *Single Point* dan TFN Simetris

Berdasarkan plot pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa garis *MSE training* model AR konvensional lebih tinggi dibandingkan *MSE training* TFN simetris. Artinya dengan modifikasi input data TFN simetris berdasarkan standar deviasi data dapat meningkatkan akurasi peramalan data *training*.

b. Data Testing

Pada Peramalan data *testing* ini akan di ambil 1 sheet data dari 200 sheet data yang sama dengan data *training* sebagai contoh prediksi. Setiap sheet data memiliki jumlah data sebanyak 100 data. Untuk prediksi data testing akan menggunakan 20% jumlah data yaitu sebanyak 20 data. Berikut MSE hasil prediksi data *testing* model AR konvensional dan MSE hasil prediksi model AR TFN simetris akan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot MSE Data Testing Single Point dan TFN Simetris

Berdasarkan plot pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa garis MSE data *testing* model AR konvensional lebih tinggi dibandingkan MSE data *testing* model ARTFN simetris. Artinya dengan modifikasi input data TFN simetris berdasarkan standar deviasi data dapat meningkatkan akurasi peramalan data *testing*.

3. Implementasi TFN Simetris Pada Model Peramalan Nilai Tukar

Pada implementasi peramalan ini menggunakan data harian nilai tukar rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika yang bersumber dari kurs transaksi Bank Indonesia yang terdiri dari kurs jual dan kurs beli. Data yang digunakan untuk membentuk model pada peramalan nilai tukar telah memenuhi syarat ketentuan model AR1 yang mengikuti tahap-tahap peramalan yang sama pada proses peramalan data simulasi. Berikut model kurs jual dan kurs beli yang dihasilkan melalui estimasi parameter model AR(1) konvensional dan AR(1) TFN simetris.

➤ Kurs Jual

Model AR(1) Konvensional dan AR(1) TFN

$$y_t = 216.697 + 0.9839y_{t-1} \quad (9)$$

$$\tilde{y}_t = (215.113, 218.281) + (0.9839)\tilde{y}_{t-1} \quad (10)$$

➤ Kurs Beli

Model AR(1) Konvensional dan AR(1) TFN

$$y_t = 218.493 + 0.9839y_{t-1} \quad (11)$$

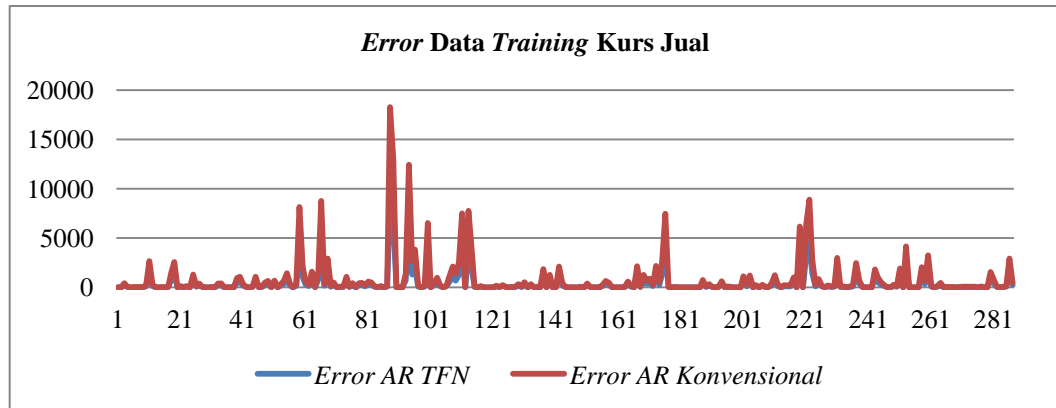
$$\tilde{y}_t = (216.896, 220.090) + (0.9839)\tilde{y}_{t-1} \quad (12)$$

Menggunakan Persamaan (9), (10), (11) dan (12), akan digunakan sebagai model untuk peramalan data *training* dan data *testing* pada masing-masing data kurs jual dan

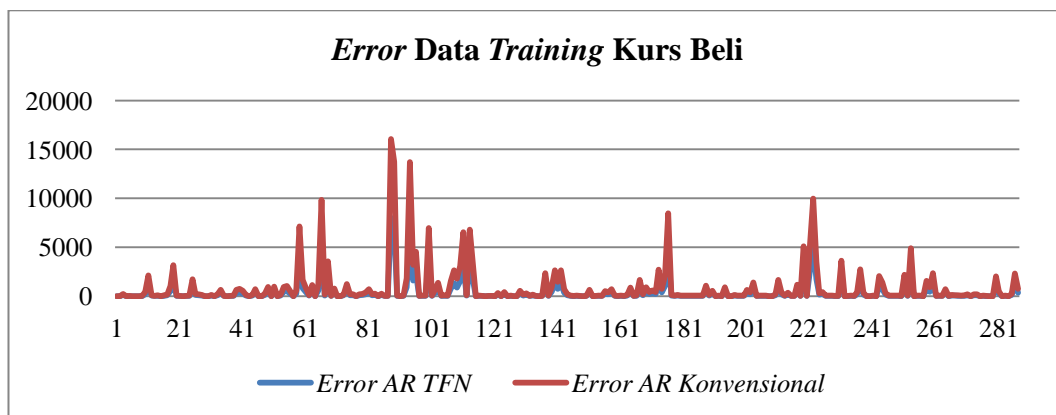
kurs beli. Berikut adalah hasil *error* peramalan *training* dan *testing* data kurs jual dan kurs beli.

a. *Data Training*

Peramalan pada data *training* yaitu menggunakan data aktual. Dalam penelitian ini data aktual berjumlah 359 data, adapun data pada periode *training* dengan mengambil 80% dari data aktual dengan jumlah 288. Berdasarkan hasil prediksi data *training* maka diperoleh *error* data kurs jual dan kurs beli pada model AR konvensional dan AR TFN simetris yang akan disajikan pada Gambar 6 dan 7 berikut:



Gambar 6. Plot *Error Data Training* Kurs Jual rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika



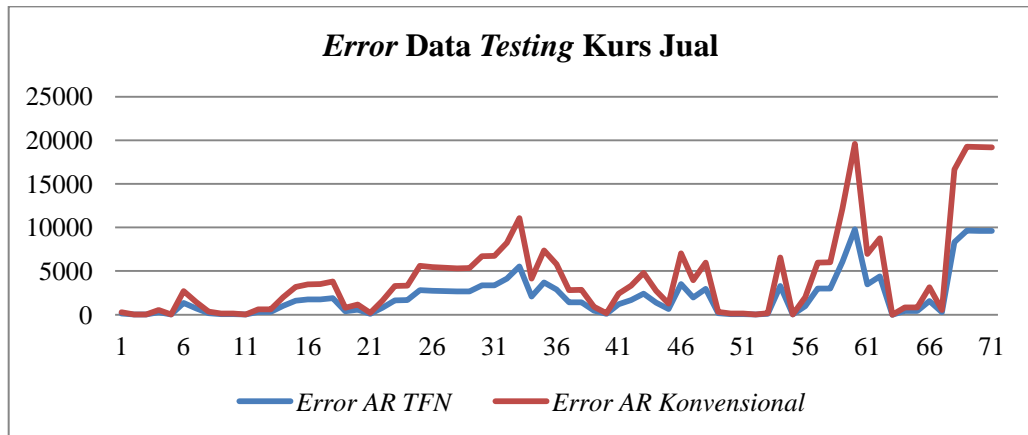
Gambar 7. Plot *Error Data Training* Kurs Beli rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika

Berdasarkan Gambar 6 dan 7, terlihat bahwa pada data *training* kurs jual dan kurs beli garis *error* data model AR TFN lebih rendah di bandingkan garis *error* model AR konvensional. Artinya input data TFN simetris data *training* pada kurs jual dan kurs beli ini lebih baik digunakan dibandingkan input data *single point* sehingga dapat meningkatkan akurasi peramalan.

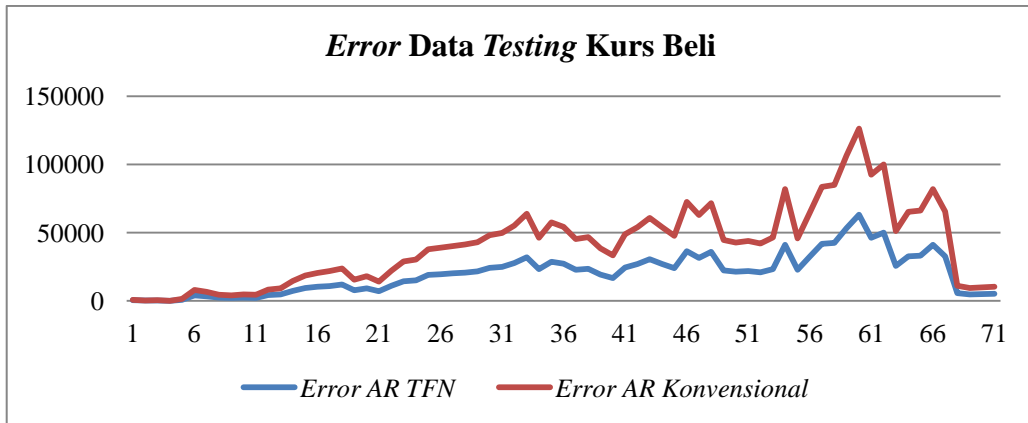
b. *Data Testing*

Peramalan pada data *testing* ini menggunakan data yang diambil dari data hasil peramalan pada data *training* yaitu data ke 289. Berdasarkan hasil prediksi data *training* maka diperoleh *error* data kurs jual dan kurs beli pada model AR konvensional

dan model AR TFN simetris yang akan disajikan pada Gambar 8 dan 9 berikut:



Gambar 8. Plot *Error Data Testing Kurs Jual* rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika

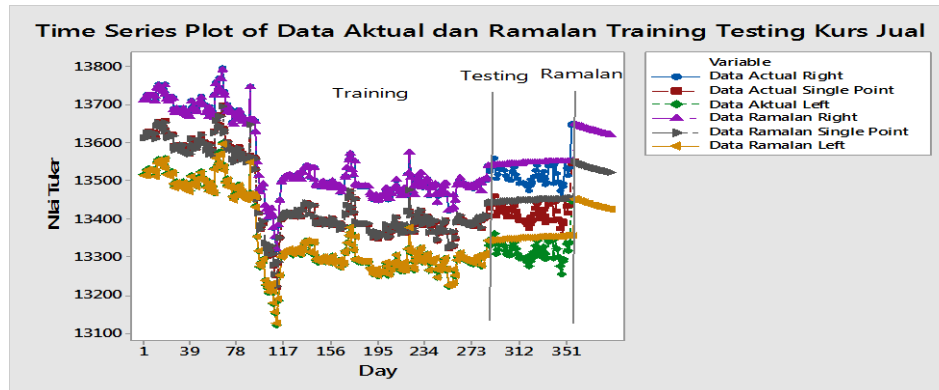


Gambar 9. Plot *Error Data Testing Kurs Beli* rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika

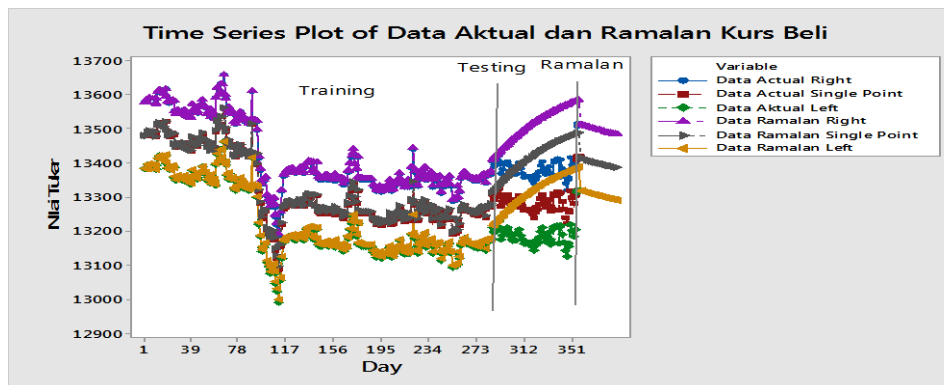
Berdasarkan Gambar 8 dan 9, terlihat bahwa pada data *testing* kurs jual dan kurs beli garis *error* model AR TFN simetris lebih rendah di bandingkan garis *error* model AR konvensional. Artinya input data TFN simetris data *testing* pada data kurs jual dan kurs beli lebih baik digunakan dibandingkan input data *single point* sehingga dapat meningkatkan akurasi peramalan

c. Hasil Ramalan

Pada bagian *forecasting* (peramalan) akan dibahas hasil peramalan data *training* dan data *testing* nilai tukar rupiah (kurs jual dan kurs beli) terhadap dolar Amerika. Selanjutnya data aktual, peramalan data *training*, peramalan data *testing* dan hasil ramalan nilai tukar rupiah (kurs jual dan kurs beli) terhadap dolar Amerika untuk periode 31 hari berikutnya akan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 10 dan 11 berikut:



Gambar 10. Hasil Ramalan Kurs Jual rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika



Gambar 11. Hasil Ramalan Kurs Beli rupiah Indonesia terhadap dolar Amerika

Berdasarkan Gambar 10 dan 11, terlihat bahwa peramalan pada data *training* kurs jual dan kurs beli mengikuti pola data aktual, hal itu dikarenakan peramalan pada data *training* menggunakan unsur data aktual nilai tukar rupiah terhadap dollar. Sedangkan *forecasting* (peramalan) pada data *testing* kurs jual cenderung konstan dan kurs beli mengalami kenaikan. Pada data *testing* ini juga terlihat bahwa data hari ke 287 peramalannya ada yang mengikuti pola data aktual dan ada yang tidak mengikuti pola data aktual, hal ini dikarenakan tidak adanya unsur data aktual yang digunakan dalam peramalan, tetapi menggunakan data hasil peramalan *training*. Selanjutnya untuk pola *forecasting* (peramalan) nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika pada data kurs jual mengalami peningkatan sedangkan kurs beli mengalami penurunan dari ramalan data *testing*. Hasil ramalan kurs jual maupun kurs beli untuk periode 31 hari kedepannya cenderung turun secara bertahap.

Kesimpulan

Pada penelitian ini, prosedur baru dalam membentuk TFN simetris telah dibahas dengan menggunakan pendekatan baru yaitu standar deviasi data. Melalui Prosedur ini, jika dibandingkan dengan prosedur-prosedur TFN sebelumnya [2-4] jauh lebih mudah untuk diikuti karena cukup jelas dalam mempertimbangkan sisi-sisi *left* dan *right* TFN nya. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Bagian hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa modifikasi input data *single point* ke TFN simetris pada proses peramalan data simulasi terbukti menghasilkan *error* peramalan model AR(1) TFN simetris lebih kecil di bandingkan *error* model AR(1) konvensional. Dengan modifikasi input data yang sama diimplementasikan pada nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika

yang menghasilkan ukuran *error* yang sama yaitu *error* model AR(1) TFN simetris lebih kecil dari *error* model AR(1) konvensional. Selain itu hasil peramalan TFN simetris dapat memprediksi tiga jenis data secara bersamaan yaitu peramalan nilai tukar terendah, medium dan tertinggi. Pada hasil ramalan kurs jual dan kurs beli untuk periode 31 hari kedepannya cenderung turun secara bertahap.

Daftar pustaka

- [1] Aritonang, R. Peramalan Bisnis. Edisi ke 2. Jakarta: Ghalia Indonesia. 2009; 3-4.
- [2] Efendi, R., Arbaiy, N., Deris, M. A new Procedure in Stock Market Forecasting Based on Fuzzy Random Auto-regression Time Series Model. *Information Sciences*. 441. 2018; 113-132.
- [3] Efendi, R., Samsudin, N., Arbaiy, N., Deris, M. Maximum-Minimum Temperature Prediction Using Fuzzy Random Auto-Regression Time Series Model. *Proceeding of International Symposium on Computational and Business Intelligence*. 2017; 57-60.
- [4] Efendi, R., Deris, M., Ismail, Z. Implementation of Fuzzy Time Series In Forecasting Of The Stationary Data. *International Journal of computing intelligence and application*. 2016; 15(2): 1-10.
- [5] Gunaryati, Suhendra. Perbandingan Antara Metode Statistika Dan Metode Neural Network Pada Model Peramalan Indeks Harga Perdagangan Besar. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Universitas Gunadarma*. 2015; 20(1).
- [6] Ridho, Yani. Peramalan Nilai Tukar (Kurs) Rupiah Terhadap Dolar Tahun 2017 dengan Menggunakan Metode Arima Box-Jenkins. *Artikel Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islami Universitas Islam Lamongan*. 2017.
- [7] Rozak, A. Metode Autoregressive Fuzzy Time Series Untuk Peramalan. *Jurnal Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam*. Institut Teknologi Sepuluh November. 2012.