

Forecasting Bank Indonesia Currency Inflow and Outflow Using ARIMA, Time Series Regression (TSR), ARIMAX, and NN Approaches in Lampung

Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal Bank Indonesia dengan Pendekatan ARIMA, *Time Series Regression* (TSR), ARIMAX, dan NN di Lampung

Laila Qadrini^{*1)}, Asrirawan^{*2)}, Nur Mahmudah^{*3)}, Muhammad Fahmuiddin S^{*4)},
Ihsan Fathoni Amri^{*5)}

Abstract

There are various types of data, one of which is the time-series data. This data type is capable of predicting future data with a similar speed as the forecasting method of analysis. This method is applied by Bank Indonesia (BI) in determining currency inflows and outflows in society. Moreover, Inflows and outflows of currency are monthly time-series data which are assumed to be influenced by time. In this study, several forecasting methods were used to predict this flow of currency including ARIMA, Time Series Regression (TSR), ARIMAX, and NN. Furthermore, RMSE accuracy was used in selecting the best method for predicting the currency flow. The results showed that the ARIMAX method was the best for forecasting because this method had the smallest RMSE.

Keywords: *Inflow, Outflow, ARIMA, TSR, ARIMAX, NN*

Abstrak

Dalam Ilmu statistika terdapat berbagai macam tipe data, salah satunya adalah data deret waktu. Data deret waktu dapat digunakan untuk meramalkan data yang akan datang sesuai dengan rentang waktu yang sama dengan sebelumnya dimana analisis tersebut adalah metode peramalan. Metode peramalan diterapkan pada pengambilan kebijakan dalam menentukan peredaran uang kartal di masyarakat yang dilakukan oleh Bank Indonesia (BI) adalah *Inflow* dan *Outflow* uang kartal. *Inflow* dan *Outflow* uang kartal merupakan data deret waktu bulanan yang diduga dipengaruhi oleh waktu. Pada penelitian ini, terdapat beberapa metode peramalan yang bisa digunakan untuk meramalkan *Inflow* dan *Outflow* uang kartal diantaranya: ARIMA, *Time Series Regression* (TSR), ARIMAX, dan NN. Pemilihan metode terbaik menggunakan akurasi RMSE. Berdasarkan nilai RMSE metode ARIMA, TSR, ARIMAX, dan NN untuk *Inflow* dan *Outflow*. Metode ARIMAX adalah metode yang tepat digunakan untuk peramalan karena memiliki nilai RMSE yang terkecil

Kata kunci: *Inflow, Outflow, ARIMA, TSR, ARIMAX, NN*

^{*1),*2)} Universitas Sulawesi Barat, ^{*1)}laila.qadrini@unsulbar.ac.id, ^{*2)}asrirawan@unsulbar.ac.id, ^{*3)}mudah15@unugiri.ac.id ^{*3)} Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro, ^{*4)} Universitas Negeri Makassar, ^{*4)}mfahmuiddin@gmail.com, ^{*5)} Institut Agama Islam Negeri Salatiga, Fakultas Syariah/Hukum, ^{*5)}ihsanfathoni@iainsalatiga.ac.id



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. Pendahuluan

Banyaknya uang yang beredar di masyarakat akan berpengaruh pada kondisi perekonomian di Indonesia salah satunya di propinsi Lampung. Oleh karena itu Bank Indonesia merupakan bank sentral harus menyusun perencanaan untuk memenuhi kebutuhan uang rupiah. Perencanaan tersebut dapat dilakukan dengan melakukan peramalan untuk *Inflow* dan *Outflow* uang kartal. *Inflow* merupakan kegiatan uang yang masuk ke Bank Indonesia melalui kegiatan penyetoran, sedangkan *Outflow* merupakan uang yang keluar dari BI melalui kegiatan penarikan. Hal ini menyebabkan aliran *Inflow* dan *Outflow* di Lampung penting untuk diteliti perkembangannya supaya mencapai dan menjaga kestabilan nilai rupiah. Untuk mengetahui aliran uang kartal *Inflow* dan *Outflow* dari waktu ke waktu, digunakan beberapa metode peramalan yaitu : metode ARIMA, Regresi Deret Waktu (TSR), ARIMAX, dan NN. Dengan memodelkan keempat metode tersebut, peneliti akan membandingkan dengan mengukur ketepatan akurasi peramalan dengan menggunakan nilai RMSE terkecil. Data ramalan yang disajikan adalah data ramalan berdasarkan metode terbaik. Hasil ramalan tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk mengambil kebijakan dalam menentukan peredaran uang kartal di Lampung.

2. Tinjauan Pustaka

Deret waktu adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap [8]. Stasioneritas deret waktu merupakan suatu keadaan dimana tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Secara umum data harus horizontal sepanjang sumbu waktu. Dengan kata lain, terjadi perubahan atau fluktuasi data berada disekitar nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung waktu dan ragam dari fluktuasi tersebut[4]. Analisis data deret waktu pada dasarnya digunakan untuk melakukan analisis data yang mempertimbangkan pengaruh waktu dan jika disajikan dalam bentuk grafik deret waktu, sumbu vertikal merupakan indeks waktu dan sumbu horizontal merupakan nilai amatan Y_t sehingga grafik deret waktu dapat ditulis sebagai $f(Y_t)$. Data deret waktu dapat meramalkan suatu kejadian dimana kejadian itu terjadi[8]. Berikut adalah metode peramalan data deret waktu :

A. Metode ARIMA

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) digunakan berdasarkan asumsi bahwa data deret waktu yang digunakan harus stasioner yang artinya rata-rata variasi dari data yang dimaksud adalah konstan. Namun, ada beberapa hal yang terjadi ketika suatu data tidak stasioner. Dalam mengatasi ketidakstasioneran data ini dilakukan proses *differencing* agar data menjadi stasioner. Karena model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA) tidak mampu menjelaskan arti dari *differencing*, maka digunakan campuran yang disebut *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) atau ARIMA (p,d,q) sehingga menjadi lebih efektif dalam menjelaskan proses *differencing*. Pada model campuran ini series stasioner merupakan fungsi linier dari nilai lampau beserta nilai sekarang dan kesalahan lampainya [10]. Secara umum, berikut model ARIMA dengan efek musiman pada waktu ke S adalah ARIMA (P,D,Q)^s. Bentuk umum model ARIMA sebagai berikut[8]

$$\Phi_P(B^S)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D\dot{Z}_t = \theta_q(B)\theta_Q(B^S)a_t, \quad (1)$$

**Laila Qadrini, Asrirawan, Nur Mahmudah, Muhammad Fahmuddin S, Ihsan Fathoni
Amri**
Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi

dengan,

(p, d, q) : Orde AR (p), orde *differencing* (d), orde MA (q) untuk pola data non-musiman

$(P, D, Q)^s$: Orde AR (P), orde *differencing* (D), orde MA (Q) untuk pola data musiman $\phi_p(B)$

: Koefisien komponen AR non-musiman dengan orde p , penjelasannya sebagai berikut :

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

$\Phi_p(B^s)$: Koefisien komponen AR musiman s dengan penjelasannya sebagai berikut :

$$\Phi_p(B^s) = (1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_p B^{ps})$$

$\theta_q(B)$: Koefisien komponen MA non-musiman dengan orde q , penjelasannya sebagai berikut : $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$

$\Theta_q(B^s)$: Koefisien komponen MA musiman s dengan penjelasannya sebagai berikut :

$$\Theta_q(B^s) = (1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_q B^{qs})$$

$(1 - B)^d$: *Differencing* untuk non-musiman orde d

$(1 - B^s)^D$: *Differencing* untuk musiman s orde D

a_t : Nilai residual pada waktu ke- t yang sudah memenuhi asumsi *white noise*.

Prosedur pembentukan model ARIMA yang sering digunakan adalah prosedur Box-Jenkins. Adapun tahapan prosedur Box-Jenkins adalah mengidentifikasi model, mengestimasi parameter, memeriksa diagnosis dan meramalkan [6].

B. Time Series Regression (TSR)

Regresi dalam konteks *time series* memiliki bentuk yang sama dengan regresi linier umum. Dengan mengasumsikan output atau bentuk dependen y_t untuk $t = 1, 2, \dots, n$, yang dipengaruhi oleh kemungkinan data input atau independen, dimana inputnya merupakan *fix* dan diketahui, hubungan ini dapat ditunjukkan dengan model regresi linier[5]. Jika data y_t memiliki tren, tren (t) digunakan sebagai *input*, yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + a_t \quad (2)$$

dimana a_t merupakan residual, yang mengalami proses independen dan identik serta berdistribusi normal dengan nilai mean 0 dan varian σ_w^2 . Bentuk data musiman dapat ditulis:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 S_{1,t} + \beta_2 S_{2,t} + \dots + \beta_s S_{s,t} + a_t \quad (3)$$

dimana $S_{1,t}, S_{2,t}, \dots, S_{s,t}$ merupakan variabel *dummy* untuk bentuk musiman. Sebagai contoh jika datanya bulanan, maka ada 12 variabel *dummy* musiman, 1 *dummy* untuk 1 bulan. Jika data kuartal, maka ada 3 variabel *dummy*, 1 *dummy* untuk kuartal pertama dan seterusnya. Model regresi linier untuk data yang memiliki variasi kalender adalah [6]:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 V_{1,t} + \beta_2 V_{2,t} + \dots + \beta_p V_{p,t} + a_t \quad (4)$$

Dimana $V_{p,t}$ adalah variabel *dummy* untuk efek variasi kalender ke- p . *Regression* adalah metode eliminasi langkah mundur mulai dengan nilai regresi terbesar dengan menggunakan semua peubah, dan secara bertahap mengurangi banyaknya peubah dalam persamaan sampai pada suatu keputusan dicapai untuk menggunakan persamaan yang diperoleh[2]. Prosedur seleksi *stepwise* berusaha mencapai kesimpulan yang serupa namun dengan menempuh arah yang berlawanan, yaitu menyusupkan peubah satu demi satu sampai diperoleh persamaan regresi yang memuaskan [3].

C. Metode ARIMAX

ARIMAX merupakan salah satu model variasi kalender yang digunakan untuk meramalkan data *time-series* berdasarkan pola musiman dengan periode bervariasi[7]. Model umum dari model variasi kalender dengan *deterministic* tren sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_1 t + \beta_2 D_{1,t} + \dots + \beta_6 t D_{1,t} + \dots + \beta_9 t D_{4,t} + \alpha_1 M_{1,t} + \dots + \alpha_{12} M_{12,t} + \dots + \delta_8 L_{4,t+1} + \frac{\theta_q(B)}{\varphi_p(B)} \quad (5)$$

dengan

$t, D_{1,t}, \dots, tD_{4,t}$: Variabel *dummy* tren

$M_{1,t}, M_{2,t}, \dots, M_{12,t}$: Variabel *dummy* bulan

$L_{1,t}, L_{2,t}, \dots, L_{4,t+1}$: Variabel *dummy* untuk Idul Fitri.

D. Neural Networks (NN)

Neural Networks (NN) atau jaringan syaraf tiruan adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. Sebelum melakukan pemodelan dengan *Neural Networks*, diperlukan data *preprocessing* yang bertujuan untuk mengkonversi data *input* kedalam rentang tertentu berdasarkan nilai asli dari data *input*. Tahap *preprocessing* berperan penting dalam NN yaitu untuk menghindari adanya masalah dalam proses komputasi, untuk memenuhi persyaratan algoritma yang digunakan, serta untuk memberikan fasilitas pembelajaran yang lebih baik sehingga diharapkan mempercepat proses pembelajaran *network*. Setelah melakukan pemodelan dan memperoleh hasil peramalan maka dilakukan *postprocessing* pada data yang bertujuan untuk mengkonversi ulang hasil peramalan ke dalam ukuran data yang sebenarnya[7]. *Neural Networks* ditentukan oleh tiga hal yaitu pola hubungan antar neuron (arsitektur jaringan), metode untuk menentukan bobot penghubung (algoritma) dan fungsi aktivasi yang digunakan. Arsitektur NN terdiri dari tiga jenis lapisan (*layer*), yaitu lapisan *input* (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) serta lapisan *output* (*output layer*). Lapisan *input* berfungsi sebagai tempat untuk *input* data, dimana *input* data tersebut diproses lebih lanjut pada lapisan tersembunyi, selanjutnya lapisan *output* menampilkan hasil dari proses tersebut[7]. Terdapat beberapa arsitektur jaringan dalam *Neural Networks* antara lain :

1. Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Networks*)
Jaringan ini hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan lain (lapisan tersembunyi). Ciri-ciri lapisan ini adalah hanya terdiri dari lapisan *input* dan lapisan *output*.
2. Jaringan Banyak Lapisan (*Multilayer Networks*)
Jaringan ini tersusun atas satu lapisan *input*, satu atau lebih lapisan tersembunyi dan satu lapisan *output*. Dalam setiap lapisan terdapat satu atau lebih unit neuron yang menerima *input* dari neuron-neuron pada lapisan sebelumnya kemudian meneruskan hasil pemrosesan ke neuron-neuron pada lapisan sesudahnya.
3. Jaringan *Recurrent* (*Recurrent Networks*)

Pada jaringan ini neuron-neuron dapat saling dihubungkan. Sebagai contoh, suatu *Competitive Layer* terdiri dari suatu lapisan dimana setiap neuron mengirimkan kembali sinyal *output* yang dihasilkan sebagai *input* pada neuron lainnya. Fungsi aktivasi yang digunakan harus memiliki beberapa syarat penting yaitu kontinu, dapat diturunkan atau *differentiable* dan merupakan fungsi yang tidak turun. Fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam NN adalah fungsi aktivasi sigmoid dan *hyperbolic tangent*. Fungsi aktivasi sigmoid memiliki nilai pada interval 0 sampai 1, yang didefinisikan dalam persamaan berikut :

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (6)$$

Fungsi aktivasi *hyperbolic tangent* memiliki nilai pada interval -1 sampai 1, yang didefinisikan dalam persamaan berikut :

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (7)$$

Laila Qadrini, Asrirawan, Nur Mahmudah, Muhammad Fahmuddin S, Ihsan Fathoni
Amri
Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi

Selain arsitektur jaringan, metode *learning* dan fungsi aktivasi yang digunakan, *input* juga mempengaruhi akurasi peramalan pada model *Neural Networks*. Cara untuk menentukan *input* pada model *Neural Networks* yaitu berdasarkan pada plot dari PACF. *Input* berdasarkan plot PACF dilakukan dengan melihat lag-lag yang signifikan. Jika data tidak stasioner maka data distasionerkan terlebih dahulu kemudian membuat *plot* PACF. *Input* yang digunakan adalah lag-lag yang signifikan dan lag-lag yang signifikan ditambah dengan *differencing*. Misalkan data tidak stasioner dan dilakukan *differencing* 1 agar data stasioner, kemudian lag-lag yang signifikan pada plot PACF adalah 1, 2, 3, dan 4. Maka *input* yang digunakan adalah $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, Y_{t-4}$. Model *Neural Networks* yang umum digunakan dalam peramalan adalah *feed forward neural networks*. Hubungan antara *output* (Y_t) dan *input* ($Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$) dapat ditulis dalam persamaan matematis sebagai berikut :

$$Y_t = b^o + \sum_{j=1}^q \omega_j^o \cdot f_j \left(b_j + \sum_{i=1}^p w_{ji} Y_{t-i} \right) + a_t, \quad (8)$$

dengan :

Y_t : Variabel *output*,

b^o : Bias neuron pada lapisan *output*,

ω_j^o : Pembobot neuron ke- j pada lapisan tersembunyi yang menuju neuron pada lapisan *output*

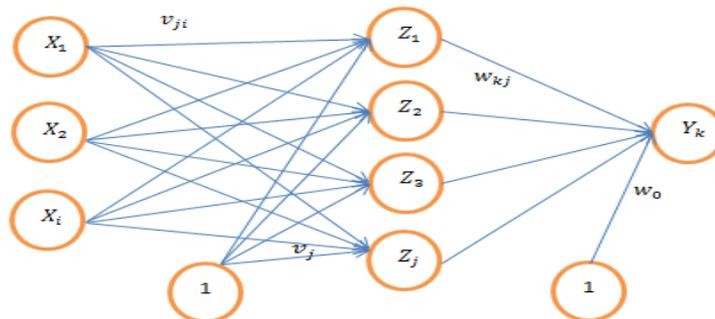
f_j^i : Fungsi aktivasi neuron ke- j pada lapisan tersembunyi,

b_j^i : Bias neuron ke- j pada lapisan tersembunyi,

w_{ji}^i : Pembobot *input* ke- i yang menuju ke neuron pada lapisan tersembunyi,

Y_{t-i} : Variabel *input*.

Berikut adalah gambar Setiap neuron dihubungkan dengan neuron yang ada pada lapisan sebelum dan sesudahnya (kecuali lapisan input dan output) melalui pola hubungan yang disebut arsitektur jaringan.



Gambar 1. Jaringan Multilapis

Model *multi layer feed forward neural network* yang terdiri dari satu lapis input dengan n neuron, satu lapis tersembunyi dengan p unit neuron, dan satu lapis *output* dengan q neuron.

E. Kriteria Model Terbaik

Pemilihan model terbaik mempertimbangkan nilai dari residual. Residual merupakan selisih dari hasil estimasi dengan nilai sesungguhnya. Pada penelitian ini digunakan dua pendekatan yaitu pendekatan *in sample* dan *out sample*. Kriteria yang digunakan untuk memilih model terbaik adalah RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan rumus sebagai berikut :

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}}{n} \quad (9)$$

dengan

Z_t : Data *testing*
 \hat{Z}_t : Nilai ramalan
 n : Jumlah data *testing*

Keakuratan metode estimasi kesalahan pengukuran diindikasikan dengan adanya RMSE yang kecil. Metode estimasi yang mempunyai RMSE lebih kecil dikatakan lebih akurat daripada metode estimasi yang mempunyai RMSE lebih besar [9]

F. *Inflow* dan *Outflow*

Transaksi penyetoran uang rupiah (*Inflow*) merupakan informasi mengenai aliran uang kertas dan uang logam yang masuk dari perbankan dan masyarakat ke Bank Indonesia, terdiri dari setoran Bank umum, setoran non-Bank, kas keliling dalam rangka hasil penukaran, penyotaran dalam rangka kas titipan di Bank umum dan penyetoran lainnya. *Inflow* uang kartal disusun dari gabungan transaksi uang kartal per pecahan yang masuk dari perbankan dan masyarakat ke seluruh Satuan Kerja Kas Bank Indonesia[1]. Transaksi penarikan uang rupiah (*Outflow*) merupakan informasi mengenai aliran uang kertas dan uang logam yang keluar dari Bank Indonesia kepada perbankan dan masyarakat, terdiri dari penarikan Bank umum, penarikan non-Bank, kas keliling dalam rangka penukaran, penarikan dalam rangka kas titipan di Bank umum dan penarikan lainnya. *Outflow* uang kartal disusun dari gabungan transaksi uang kartal per pecahan yang keluar ke perbankan dan masyarakat dari seluruh Satuan Kerja Kas Bank Indonesia[1].

3. Metodologi

A. Sumber Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder dari Bank Indonesia (BI) mengenai data *Inflow* dan *Outflow* uang kartal bulanan Periode Januari 2003 sampai dengan desember 2014 di Lampung. Data *Inflow* dan *Outflow* uang kartal dibagi menjadi dua bagian yaitu data in-sample mulai periode Januari 2003 sampai dengan Desember 2013 sebanyak 132 data, dan data out-sample periode Januari sampai dengan Desember 2014 sebanyak 12 data.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Variabel Penelitian	Keterangan
1	Y_1	<i>Inflow</i>
2	Y_2	<i>Outflow</i>

C. Langkah Analisis

Tahapan penelitian yang telah dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis statistika deskriptif dan eksplorasi data dari *Inflow* dan *Outflow* di Lampung.
2. Melakukan Pemodelan Data *Inflow-Outflow* dengan metode ARIMA, TSR, ARIMAX dan NN
3. Menentukan metode peramalan terbaik berdasarkan nilai RMSE yang terkecil
4. Melakukan peramalan data *inflow* dan *outflow* di Lampung berdasarkan metode yang terbaik

D. Metode ARIMA

- i) Membagi data *Inflow* dan *Outflow* kedalam *insample* dan *outsample*, dimana data *insample* yaitu *Inflow* dan *Outflow* dari Periode Januari 2003 hingga Periode Desember 2013 dan data *outsample* yaitu *Inflow* dan *Outflow* dari Periode Januari 2014 hingga Periode Desember 2014.
- ii) Menguji kestasioneran data, stasioner dalam varians dengan Box Cox transformasi dan stasioner dalam *mean* dengan plot pada ACF.
- iii) Mendapatkan orde model pada ARIMA (p,d,q) berdasarkan plot ACF dan PACF.
- iv) Mengestimasi parameter model dengan metode *least square*.
- v) Menguji parameter model dan asumsi residual *white noise*.
- vi) Memilih model ARIMA terbaik berdasarkan nilai RMSE terkecil

E. Metode Time Series Regression (TSR)

- i) Menentukan variabel *dummy* untuk periode variasi kalender.
- ii) Melakukan perhitungan variable *dummy* dari *deterministic* tren dan musiman.
- iii) Melakukan estimasi dari model variasi kalender dan pola lain yang simultan.
- iv) Melakukan pengecekan apakah residual *white noise* atau tidak.
- v) Melakukan estimasi dari efek variasi kalender yang telah terbentuk dari data insampel *Inflow* dan *Outflow*
- vi) Memilih model TSR terbaik berdasarkan nilai RMSE terkecil

F. Metode ARIMAX

- i) Membagi data *Inflow* dan *Outflow* kedalam *insample* dan *outsample*, dimana data *insample* yaitu *Inflow* dan *Outflow* dari Periode Januari 2003 hingga Periode Desember 2013 dan data *outsample* yaitu *Inflow* dan *Outflow* dari Periode Januari 2015 hingga Periode Desember 2014.
- ii) Melakukan pengecekan plot data *insample*.
- iii) Melakukan analisis data *insample* dengan menggunakan metode regresi *dummy* dengan *dummy* yang digunakan adalah *dummy* terjadinya efek sebelum dan sesudah Idul Fitri.

- iv) Mencari dan menggunakan model ARIMA dari residual yang diperoleh pada Regresi *dummy*.
- v) Estimasi Parameter Model ARIMA
- vi) Peramalan ARIMAX didapatkan dari Penjumlahan Peramalan ARIMA dari Residual TSR dan Peramalan TSR.
- vii) Memilih model ARIMAX terbaik berdasarkan nilai RMSE terkecil

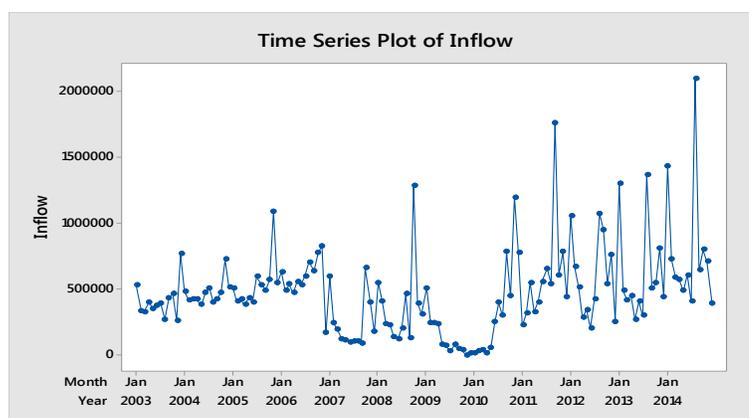
G. Metode NN (*Neural Networks*)

- i) Menentukan Variabel Input untuk memodelkan *Neural Networks* Berdasarkan plot ACF dan PACF dari data
- ii) Melakukan Pemodelan dari NN dengan mencoba node 3 pada *Hidden Layer* dengan fungsi aktivasi *Log Sigmoid*
- iii) Memilih model NN terbaik dengan melihat nilai RMSE terkecil

4. Hasil dan Pembahasan

A. Karakteristik Data *Inflow* dan *Outflow* Di Lampung.

Berdasarkan Gambar 1 dapat di lihat bahwa kondisi *Inflow* di Lampung yang teridentifikasi pola musiman dan tren. Aliran uang kartal (*Inflow*) yang masuk Ke BI di Lampung dari 2003 hingga Desember 2014 terlihat ada fluktuasi naik turun yang tajam. Hal ini mengidentifikasi dari naik turunnya uang kartal yang masuk ke BI secara Ekstrim dan terdapat efek variansi kalender sebelum dan sesudah Idul Fitri. Sebagian besar nilai *Inflow* sebesar Rp 472.457 dengan nilai minimum Rp 475 dan maksimum Rp 2.092.410. Pada Agustus Tahun 2014 *Inflow* mengalami kenaikan yang sangat tajam hal ini disebabkan efek variansi kalender. Berikut ini adalah plot karakteristik *Inflow* di Lampung yang terjadi selama 11 Tahun terakhir.



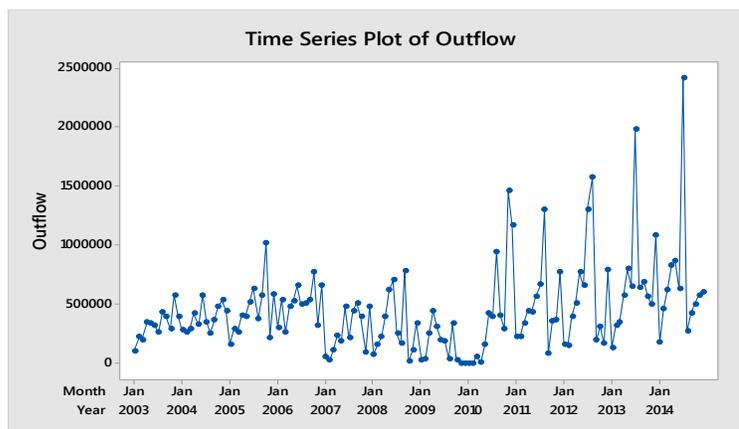
Gambar 2. Karakteristik *Inflow*

Berdasarkan Gambar 2 dapat di lihat bahwa kondisi *Outflow* di propinsi lampung. Aliran uang kartal yang keluar Ke BI di Lampung dari 2003 hingga Desember 2014 terlihat ada fluktuasi naik turun yang tajam. Hal ini terjadi berdasarkan naik turunnya uang kartal yang keluar dari BI secara Ekstrim dan terdapat efek variansi kalender sebelum dan sesudah Idul Fitri serta plot terlihat indentifikasi musiman dan tren. Sebagian besar nilai *Outflow* atau uang yang keluar dari BI sebesar Rp. 440.201 dengan nilai minimum Rp. 475 dan maksimum Rp. 2.409.470. Dampak dari terjadinya efek variansi

Laila Qadrini, Asrirawan, Nur Mahmudah, Muhammad Fahmuddin S, Ihsan Fathoni Amri

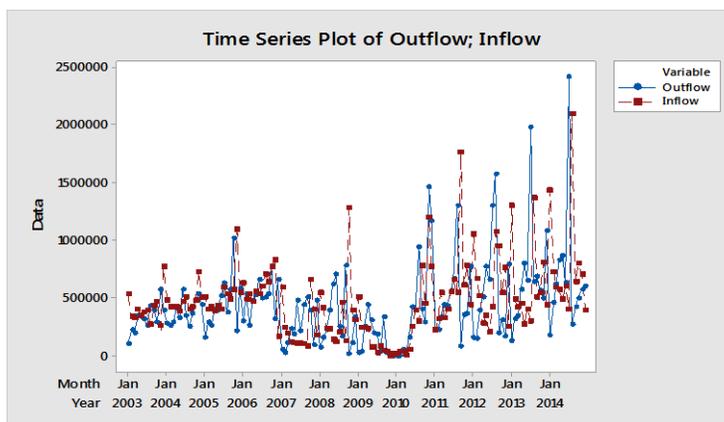
Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi

kalender pada Juli 2014 adalah terjadinya kenaikan *outflow* yang sangat tajam. Berdasarkan plot *Inflow* dan *Outflow* minimum uang yang beredar di Lampung memiliki nilai yang sama yaitu 475 dan memiliki penurunan serta kenaikan pertahun yang signifikan dan tipe data deret waktu yang bersifat multiplikatif karena ada tren yang menunjukkan pola tertentu. Berikut ini adalah plot karakteristik *Outflow* di Lampung yang terjadi selama 11 Tahun terakhir.



Gambar 3. Karakteristik *Outflow*

Pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa fenomena antara *Inflow* dan *Outflow* hampir sama. Tahun 2014 memiliki kenaikan yang sangat drastis antara penarikan dan penyetoran uang di Bank.



Gambar 4. *Inflow* dan *Outflow*

B. Pemilihan Metode Terbaik pada Data *Inflow* dan *Outflow* Di Lampung.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan nilai RMSE dari masing-masing metode. Nilai RMSE pada metode NN paling tinggi. Hal ini menyebabkan hasil ramalan cenderung stagnan untuk setiap periode, Metode ARIMA bukan metode terbaik karena menghasilkan nilai RMSE yang cukup besar untuk *inflow* dan *outflow*. Metode ARIMAX pada data *Inflow* memiliki nilai terkecil daripada Metode ARIMA, TSR dan NN, sehingga metode peramalan ini tepat untuk meramalkan data *Inflow* di Lampung. Metode TSR bukan metode terbaik karena variasi kalender yang digunakan dalam penelitian ini adalah efek idul fitri sehingga memungkinkan ada efek lain selain idul fitri di Lampung seperti Hari hari Besar yaitu Natal, Imlek dan

Valentine.

Tabel 2. Nilai RMSE Tiap Metode

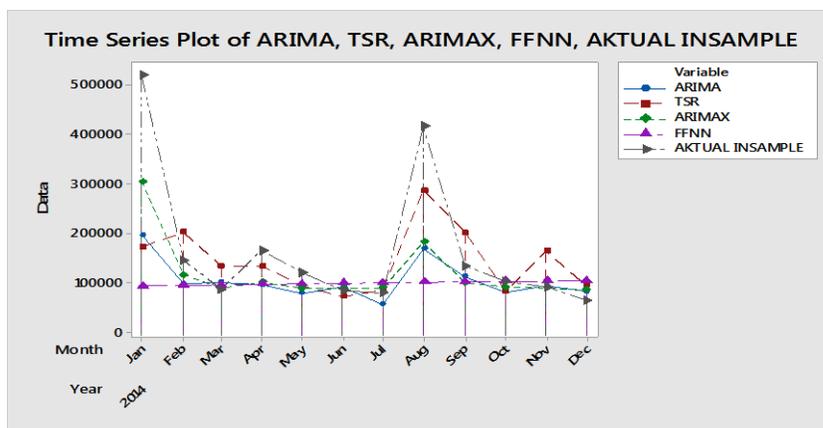
	Metode	Inflow	Outflow
RMSE	ARIMA	5812,35	30613,55
	TSR	5875,29	14616,99
	ARIMAX	4566,91	12871,40
	NN	7031,80	29454,25

Metode ARIMAX pada data *Outflow* memiliki nilai terkecil dari metode ARIMA, TSR dan NN sehingga metode peramalan ini tepat untuk meramalkan data *Inflow* di Lampung. Metode TSR bukan metode terbaik karena variasi kalender yang digunakan dalam penelitian ini adalah efek idul fitri sehingga memungkinkan ada efek lain selain idul fitri di Lampung seperti Hari hari Besar yaitu Natal, Imlek dan *Valentine*.

C. Peramalan Data Testing *Inflow* dan *Outflow* Di Lampung.

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai ramalan metode konvensional ARIMA untuk data *Insample Inflow* belum menyerupai nilai aktual, sehingga nilai ramalan tidak dapat menangkap lonjakan yang tinggi pada nilai aktual. Hal ini karena model konvensional adalah model yang sederhana tanpa ada modifikasi-modifikasi model yang dilakukan yang terjadi pada data.

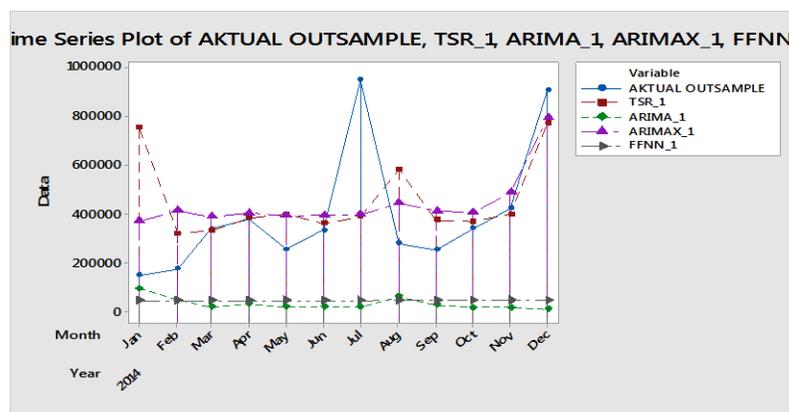
Penggunaan metode TSR menghasilkan nilai ramalan yang selisih dengan nilai actual cukup besar hal ini diakibatkan karena *dummy* efek variansi kalender yang digunakan dalam penelitian ini adalah idul fitri, sehingga lonjakan data belum bisa menangkap adanya efek variansi kalender disebabkan ada efek lain selain hari raya idul fitri di Lampung. Metode NN menghasilkan ramalan yang kurang tepat dengan nilai aktual karena hasil ramalan yang dihasilkan cenderung monoton dan menurun dengan lambat, metode ARIMAX mendekati nilai aktual sebab memperhatikan informasi sebelumnya dari model data sehingga untuk data *Inflow* periode 2003 hingga 2014 dalam meramalkan data selanjutnya menggunakan ARIMAX



Gambar 5. Peramalan *Inflow*

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa pada data outsample *Outflow* nilai ramalan metode konvensional ARIMA untuk data *Inflow* outsample belum menyerupai nilai aktual, sehingga nilai ramalan tidak dapat menangkap lonjakan yang tinggi pada nilai aktual. Hal ini karena model konvensional adalah model yang sederhana tanpa ada modifikasi-modifikasi model yang dilakukan yang terjadi pada data.

Penggunaan metode TSR menghasilkan nilai ramalan yang selisih dengan nilai aktual cukup besar hal ini diakibatkan karena *dummy* efek variansi kalender yang digunakan dalam penelitian ini adalah idul fitri, sehingga lonjakan data belum biasa menangkap adanya efek variansi kalender disebabkan ada efek lain selain hari raya idul fitri di Propinsi Lampung. Metode NN menghasilkan ramalan yang kurang tepat dengan nilai aktual karena cenderung menghasilkan hasil ramalan yang monoton dan menurun lambat, metode ARIMAX memperhatikan informasi sebelumnya dari model data sehingga untuk data *Outflow* periode 2003 hingga 2014 dalam meramalkan data selanjutnya menggunakan ARIMAX.



Gambar 6. Peramalan *Outflow*

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap data *Inflow* dan *Outflow* di Lampung, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Fenomena transaksi penarikan uang (*Outflow*) dan penyetoran uang (*Outflow*) di Lampung dari Tahun 2003 hingga Desember Tahun 2014 terlihat ada fluktuasi naik turun yang tajam. Hal ini terjadi berdasarkan naik turunnya uang kartal yang keluar masuk dari BI secara Ekstrim dan terdapat efek variansi kalender sebelum dan sesudah Idul Fitri serta plot data teridentifikasi musiman dan tren.
2. Metode terbaik yang tepat digunakan pada penelitian ini adalah metode ARIMAX karena memiliki nilai RMSE terkecil dibandingkan dengan metode ARIMA, TSR dan NN.

Saran dalam penelitian ini, sebaiknya menggunakan beberapa variabel variansi kalender agar dapat diketahui apakah model yang didapatkan cenderung memiliki pola yang memiliki efek

Laila Qadrini, Asrirawan, Nur Mahmudah, Muhammad Fahmuddin S, Ihsan Fathoni Amri

Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi

variansi kalender atau tidak serta pada *hidden layer* menggunakan fungsi aktivasi yang lainnya dengan neuron yang berbeda.

Daftar Pustaka

- [1] Bank Indonesia. 2013. Sumber: [www.bi.go.id:http://www.bi.go.id/id/tentang-bi/fungsi-bi/status/Contents](http://www.bi.go.id/id/tentang-bi/fungsi-bi/status/Contents). Diakses 10 November 2017.
- [2] Draper, N. R dan Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Endharta, A. J., Hamzah, N. A., & Suhartono. 2009. Development Of Calender Variation Model Based On Time Series Regression And ARIMAX for Forecasting Time Series Data With Islamic Calender Effect. *Proc. ICCS-X Cairo*, Egypt, 18, 20-23.
- [4] Makridakis, S., S. Wheelwright, and V.E. McGree. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta : Bina Rupa Aksara.
- [5] Perdana, A.S. 2012. Perbandingan Metode Time Series Regression dan ARIMAX pada Pemodelan data Penjualan Pakaian di Boyolali. Surabaya: ITS.
- [6] Preifer, P.E. and Douth, S.J.1980. *Identification and Interpretation of First Order Space – Time ARMA Models*.
- [7] Wulansari, E. R., dan Suhartono. 2014. Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Metode ARIMAX dan Radial Basis Function Network (Studi Kasus Di Bank Indonesia). *Jurnal Sains dan Seni Pomits* Vol. 3, No.2, 73-78.
- [8] Wei, W. S. 2006. *Time Series Analysis*. New York : Addison Wesley Publishing Company. Inc Kassambara A. 2017.
- [9] Widayati C.S.W, 2009. Komparasi beberapa Metode Estimasi Kesalahan Pengukuran. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*. Vol 13, No. 2.
- [10] Yunita, Tasna 2019. Peramalan Jumlah Penggunaan Kuota Internet Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *JOMTA Journal of Mathematics: Theory and Applications*. Vol. 1, No. 2.