

Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal Bank Indonesia di Wilayah Jawa Tengah dengan Menggunakan Metode ARIMA, *Time Series Regression*, dan ARIMAX

Noorgam Ika Rachmawati,¹Setiawan dan ²Suhartono
Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: ¹setiawan@statistika.its.ac.id dan ²suhartono@statistika.its.ac.id

Abstrak—*Banyaknya uang yang beredar di masyarakat akan berpengaruh pada kondisi perekonomian suatu negara, sehingga Bank Indonesia (BI) menyusun perencanaan kebutuhan uang rupiah. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan inflow dan outflow uang kartal di setiap KPw BI BI wilayah Jawa Tengah berdasarkan model terbaik. Hasil analisis menunjukkan bahwa karakteristik inflow dan outflow uang kartal dipengaruhi oleh efek variasi kalender, yaitu adanya hari raya Idul Fitri serta pola musiman. Selain itu periode minggu tertentu saat kejadian hari raya juga berpengaruh terhadap peningkatan jumlah inflow dan outflow uang kartal. Hasil peramalan menghasilkan model terbaik yang berbeda-beda untuk setiap KPw BI BI di wilayah Jawa Tengah. Berdasarkan nilai Root Mean Square Error (RMSE) terkecil, model terbaik untuk meramalkan data inflow baik di KPw BI BI Semarang, KPw BI BI Solo, KPw BI BI Purwokerto dan KPw BI BI Tegal adalah model ARIMA. Sedangkan model terbaik untuk meramalkan data outflow di KPw BI BI Purwokerto adalah model Time Series Regression. Selain itu model terbaik untuk meramalkan data outflow di KPw BI BI Semarang, KPw BI BI Solo dan KPw BI BI Tegal yaitu model ARIMAX ataupun Time Series Regression, karena keduanya memiliki model yang sama. Hasil ramalan periode 2015 menunjukkan bahwa kenaikan inflow uang kartal terjadi pada bulan Agustus, sedangkan kenaikan outflow uang kartal terjadi pada bulan Juli.*

Kata Kunci— ARIMA, ARIMAX, *Inflow*, *Outflow*, *Time Series Regression*

I. PENDAHULUAN

UANG merupakan komponen penting dalam perekonomian yang digunakan sebagai alat pembayaran dalam melakukan transaksi jual beli, baik dalam pertukaran barang ataupun jasa. Banyaknya uang yang beredar di masyarakat akan berpengaruh pada kondisi perekonomian suatu negara. Bank Indonesia memiliki tujuan tunggal untuk mencapai dan menjaga kestabilan nilai rupiah [1]. Oleh karena itu, BI sebagai bank sentral menyusun perencanaan untuk memenuhi kebutuhan uang rupiah. Perencanaan tersebut dapat dilakukan dengan melakukan

peramalan untuk *inflow* dan *outflow* uang kartal. *Inflow* merupakan uang yang masuk ke BI melalui kegiatan penyetoran, sedangkan *outflow* merupakan uang yang keluar dari BI melalui kegiatan penarikan [2]. Selama ini BI mengadakan agenda rutin untuk melakukan peramalan uang kartal yang diadakan melalui *Open Market Commite* (OMC) awal bulan setiap minggu kedua [3]. Adapun metode peramalan yang digunakan adalah metode ARIMA. Namun, hasil peramalan dengan metode ini seringkali kurang akurat karena tidak dapat menangkap efek variasi kalender yang diakibatkan adanya hari raya Idul Fitri, yang maju 11 hari setiap tahun. Adanya hari raya Idul Fitri berpengaruh terhadap kenaikan *inflow* maupun *outflow* uang kartal. Untuk itu pada penelitian ini akan mencoba meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal dengan ARIMAX dan *Time Series Regression* dengan efek variasi kalender.

Penelitian sebelumnya tentang jumlah uang kartal yang beredar telah dilakukan oleh Wulansari [4] dengan menerapkan ARIMAX yang menggabungkan efek variasi kalender dan fungsi transfer serta menggunakan metode *Radial Basis Function Network* (RBFN) untuk meramalkan data *netflow*. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Karomah [3] yang melakukan peramalan data *netflow* uang kartal dengan menggunakan model variasi kalender dan Model *Autoregressive Distributed Lag* (ARDL) yang menggunakan pendekatan ekonometrik dan fungsi transfer. Selain itu, penelitian dengan melibatkan efek variasi kalender juga dilakukan oleh Suhartono, Lee dan Hamzah [5, 6] untuk meramalkan penjualan baju muslim untuk anak-anak di Indonesia yang dipengaruhi oleh hari raya Idul Fitri. dengan menggunakan metode *Time Series Regression* dan ARIMAX, lalu membandingkan dengan beberapa metode peramalan lain.

Dalam penelitian ini akan menggunakan beberapa model peramalan untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Wilayah Jawa Tengah yaitu ARIMA, *Time Series Regression* dan ARIMAX. Adapun tujuannya adalah untuk mendapatkan model terbaik untuk meramalkan masing-masing data *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI wilayah Jawa Tengah. Dengan demikian diharapkan penelitian ini dapat membantu BI sebagai bahan

pertimbangan dalam mengeluarkan kebijakan dalam hal peredaran uang, terutama untuk wilayah Jawa Tengah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. ARIMA

Model ARIMA(p, d, q) merupakan penggabungan antara model AR(p) dan MA(q) serta proses *differencing* orde d pada data *time series* untuk pola non musiman. Sedangkan model ARIMA musiman atau SARIMA merupakan model ARIMA yang mempunyai efek musiman pada periode S dengan notasi ARIMA(p, d, q)(P, D, Q) S . Secara umum bentuk model ARIMA(p, d, q) non musiman adalah [7,8,9].

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_q(B) a_t. \quad (1)$$

Sedangkan bentuk umum model ARIMA musiman adalah $\Phi_P(B^S)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t = \Theta_Q(B^S)a_t$ (2) dengan

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$$\Phi_P(B^S) = (1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \dots - \Phi_P B^{PS})$$

$$\Theta_Q(B^S) = (1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS}).$$

Selain bentuk umum ARIMA di atas, terdapat juga model ARIMA subset. Model ARIMA subset merupakan model ARIMA yang tidak dapat dinyatakan dengan bentuk umum. Misalnya model subset ARIMA(0,0,[1,12,13]) dapat ditulis sebagai [10]

$$Y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_{12} a_{t-12} - \theta_{13} a_{t-13} \quad (3)$$

dan model multiplikatif ARIMA(0,0,1)(0,0,1) 12 dapat ditulis sebagai

$$Y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_{12} a_{t-12} + \theta_1 \theta_{12} a_{t-13} \quad (4)$$

dengan $\theta_1, \theta_{12}, \theta_{13}$ dan Θ_{12} merupakan parameter dari order MA. Model (4) sama dengan model subset ARIMA pada persamaan (3), dimana $\theta_{13} = -\theta_1 \Theta_{12}$.

B. Time Series Regression

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *time series regression* dengan adanya efek variasi kalender. Secara umum, model *time series regression* memiliki kesamaan dengan model regresi linear, yaitu dengan asumsi respon dipengaruhi oleh input atau variabel independen sehingga hubungan keduanya dapat diekspresikan sebagai model regresi linear [5]. Adapun model *time series regression* dari data yang memiliki unsur tren adalah

$$Y_t = \gamma_1 t + \varepsilon_t \quad (5)$$

dengan ε_t adalah komponen *error* yang memenuhi asumsi identik, independen dan berdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan variansi σ_ε^2 . Data yang memiliki pola musiman $M_{1,t}, M_{2,t}, \dots, M_{12,t}$ dapat dituliskan

$$Y_t = \beta_1 M_{1,t} + \beta_2 M_{2,t} + \dots + \beta_{12} M_{12,t} + \varepsilon_t. \quad (6)$$

Sejalan dengan hal tersebut, data dengan variasi kalender juga dapat dimodelkan menggunakan regresi linear dengan persamaan

$$Y_t = \delta_1 L_{1,t-1} + \delta_2 L_{1,t} + \delta_3 L_{1,t+1} + \delta_4 L_{2,t-1} + \delta_5 L_{2,t} + \delta_6 L_{2,t+1} + \dots + \delta_{10} L_{4,t-1} + \delta_{11} L_{4,t} + \delta_{12} L_{4,t+1} + \varepsilon_t. \quad (7)$$

Sehingga jika data memiliki unsur tren, musiman dan variasi kalender maka akan mengikuti persamaan

$$Y_t = \gamma_1 t + \beta_1 M_{1,t} + \beta_2 M_{2,t} + \dots + \beta_{12} M_{12,t} + \delta_1 L_{1,t-1} + \delta_2 L_{1,t} + \delta_3 L_{1,t+1} + \dots + \delta_{10} L_{4,t-1} + \delta_{11} L_{4,t} + \delta_{12} L_{4,t+1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

dengan $L_{i,t}$ adalah variabel *dummy* untuk efek variasi kalender minggu ke- i bulan ke- t dengan $i=1,2,3,4$ dan $M_{m,t}$ adalah variabel *dummy* bulan ke- m , dengan $m=1,2,\dots,12$.

Ketika residual tidak memenuhi asumsi distribusi normal, maka diduga terdapat outlier sehingga dapat dilakukan deteksi outlier dan menambahkan outlier ke dalam model. Deteksi outlier ini dilakukan dengan melihat nilai *deleted (studentized) residual* atau *t-residual*. Jika terdapat observasi dengan nilai *t-residual* lebih dari 2 atau kurang dari -2, maka observasi tersebut dinyatakan sebagai outlier. Adapun rumus dari *t-residual* yaitu

$$t_i^* = \frac{\varepsilon_i}{\sqrt{s_i^2(1-h_i)}} = \varepsilon_i \sqrt{\frac{n-p-1}{SSE(1-h_i) - \varepsilon_i^2}} \quad (9)$$

dengan ε_t adalah residual ke- t , h_t adalah elemen diagonal ke- t dari matriks $\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$, n adalah banyak observasi, s_i^2 adalah MSE yang dihitung setelah menghilangkan observasi ke- t , SSE adalah jumlah kuadrat terkecil, p adalah jumlah parameter dalam model, \mathbf{X} adalah matriks dari variabel independen.

Asumsi yang harus dipenuhi dalam model ini adalah asumsi residual *white noise*, berdistribusi normal dan varians homogen. Jika terdapat residual tidak *white noise* maka lag residual yang signifikan dapat ditambahkan sebagai variabel independen. Pengecekan asumsi *white noise* berdasarkan uji Ljung-Box, asumsi residual mengikuti distribusi normal dengan uji Kolmogorov-Smirnov, sedangkan asumsi varians homogen pada residual dengan uji Lagrange Multiplier.

C. ARIMAX

Model ARIMA dengan tambahan variabel disebut model ARIMAX. Model ARIMAX dengan variasi kalender digunakan untuk meramalkan data berdasarkan pola musiman dengan periode bervariasi. Berikut ini merupakan model ARIMAX dengan tren deterministik [6]:

$$Y_t = \gamma_1 t + \beta_1 M_{1,t} + \beta_2 M_{2,t} + \dots + \beta_{12} M_{12,t} + \delta_1 L_{1,t-1} + \delta_2 L_{1,t} + \delta_3 L_{1,t+1} + \dots + \delta_{10} L_{4,t-1} + \delta_{11} L_{4,t} + \delta_{12} L_{4,t+1} + \frac{\theta_q(B)\Theta_Q(B^S)}{\phi_p(B)\Phi_P(B^S)} \varepsilon_t \quad (10)$$

dengan $L_{i,t}$ adalah variabel *dummy* untuk efek variasi kalender minggu ke- i bulan ke- t dengan $i = 1, 2, 3, 4$ dan $M_{m,t}$ adalah variabel *dummy* bulan ke- m , dengan $m = 1, 2, \dots, 12$.

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

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

$$\Theta_Q(B^S) = (1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS}) .$$

D. Deteksi Outlier

Outlier adalah data pengamatan yang tidak konsisten pada seriesnya. Pada observasi *time series* biasanya dipengaruhi oleh kejadian yang mengganggu seperti peperangan, krisis ekonomi ataupun kejadian eksternal lain yang tidak diketahui. Terdapat empat macam jenis outlier antara lain yaitu *Additive Outlier* (AO), *Innovative Outlier* (IO), *Level Shift* (LS) dan *Temporary Change* (TC). Dalam penelitian ini tipe outlier yang digunakan adalah *Additive Outlier* (AO) dan *Level Shift* (LS).

- a. *Additive Outlier* (AO) adalah outlier yang mempunyai efek pada data *time series* hanya pada satu periode saja (pengamatan ke- T).
- b. *Level Shift* (LS) adalah outlier yang mempengaruhi deret pada satu waktu tertentu dan efek tersebut memberikan pengaruh yang tiba-tiba dan bersifat tetap (berpengaruh pada pengamatan ke- $T, T+1$, dan seterusnya).

Secara umum, model outlier dituliskan sebagai berikut [7]:

$$Y_t = \sum_{j=1}^k \omega_j v_j(B) I_t^{(T)} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad (11)$$

dimana $I_t^{(T)}$ adalah variabel indikator yang mewakili adanya outlier pada waktu ke- T , yaitu $I_t^{(T)} = \begin{cases} 1, & t = T \\ 0, & t \neq T \end{cases}$

dengan $v_j(B) : 1$ untuk AO, dan $v_j(B) : \frac{1}{(1-B)}$ untuk LS.

E. Kriteria Kebaikan Model

Untuk menentukan model terbaik dapat dilihat dari nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan. Semakin kecil nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan dari suatu model, maka model tersebut akan semakin baik. Kriteria kebaikan peramalan yang digunakan adalah nilai *Root Mean Square Error* (RMSE). Rumus dari RMSE adalah [7].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_{l=1}^L (Y_{n+l} - \hat{Y}_n(l))^2} \quad (12)$$

dimana Y_{n+l} adalah data aktual *out sample* ke- l , $l = 1, 2, \dots, L$, $\hat{Y}_n(l)$ adalah hasil ramalan *out sample* ke- l dan L adalah banyak *out sample*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Bank Indonesia (BI). Data yang digunakan adalah data bulanan *outflow* dan *inflow* uang kartal di Jawa Tengah dengan empat KPw BI sebagai variabel respon. Data dengan periode bulan Januari 2003-Desember 2014 digunakan untuk KPw BI Provinsi Jawa Tengah (Semarang), KPw BI Solo dan KPw BI Purwokerto. Sedangkan pada KPw BI Tegal menggunakan periode bulan Agustus 2010-Desember 2014.

Variabel penelitian yang digunakan meliputi variabel respon berupa *inflow* uang kartal di KPw BI Semarang ($Y_{1,1,t}$), KPw BI Solo ($Y_{1,2,t}$), KPw BI Purwokerto ($Y_{1,3,t}$), dan KPw BI Tegal ($Y_{1,4,t}$), serta *outflow* uang kartal di KPw BI Semarang ($Y_{2,1,t}$), KPw BI Solo ($Y_{2,2,t}$), KPw BI Purwokerto ($Y_{2,3,t}$), dan KPw BI Tegal ($Y_{2,4,t}$). Sedangkan variabel *dummy* yang digunakan dalam permodelan ini terdiri dari beberapa variabel berikut.

1. Variabel *dummy* hari raya

$$L_{i,t-1} = \begin{cases} 1, & \text{bulan ke-(t-1) hari raya Idul Fitri pada minggu ke-}i \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$L_{i,t} = \begin{cases} 1, & \text{bulan ke-}t \text{ hari raya Idul Fitri pada minggu ke-}i \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$L_{i,t+1} = \begin{cases} 1, & \text{bulan ke-(t+1) hari raya Idul Fitri pada minggu ke-}i \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan $i = 1, 2, 3, 4$.

2. Variabel *dummy* bulan

$M_{1,t}, M_{2,t}, \dots, M_{12,t}$, dengan 1, 2, ..., 12 mewakili bulan Januari, Februari, hingga Desember.

3. Variabel *dummy* periode perubahan kebijakan penarikan dan penyetoran

$$D_{1,t} = \begin{cases} 1, & \text{bulan ke-}t \text{ pada periode tahun 2007-2010} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$D_{2,t} = \begin{cases} 1, & \text{bulan ke-}t \text{ pada periode tahun 2011-2014} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

4. Variabel *dummy* tren

$t = 1, 2, \dots, 132$.

5. Variabel *dummy* tren dan periode

$tD_{1,t}$: kenaikan pada periode tahun 2007-2010

$tD_{2,t}$: kenaikan pada periode tahun 2011-2014

6. Variabel *dummy* periode dan hari raya

$D_{2,t} L_{i,t-1}$: minggu ke- i pada satu bulan sebelum hari raya Idul Fitri di periode tahun 2011-2014,

$D_{2,t} L_{i,t}$: minggu ke- i pada bulan hari raya Idul Fitri di periode tahun 2011-2014,

$D_{2,t} L_{i,t+1}$: minggu ke- i pada satu bulan setelah hari raya Idul Fitri di periode tahun 2011-2014,

dengan $i = 1, 2, 3, 4$.

B. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan deskripsi karakteristik dari data *inflow* dan *outflow* uang kartal Bank Indonesia di masing-masing cabang di wilayah Jawa Tengah.
2. Membentuk model dengan ARIMA, *Time Series Regression* dan ARIMAX sehingga diperoleh model terbaik untuk meramalkan data *inflow* dan *outflow* uang kartal Bank Indonesia di masing-masing cabang di wilayah Jawa Tengah.
3. Membandingkan hasil peramalan data *inflow* dan *outflow* antara model berdasarkan nilai RMSE pada data *out sample*.
4. Meramalkan data *inflow* dan *outflow* berdasarkan model terbaik untuk 12 bulan kedepan pada tahun 2015.
5. Membuat kesimpulan.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Karakteristik Inflow dan Outflow Uang Kartal di Wilayah Jawa Tengah

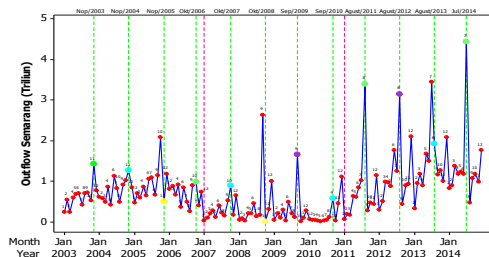
Berikut ini merupakan karakteristik data *inflow* dan *outflow* uang kartal pada masing-masing KPw BI di wilayah Jawa Tengah.

Tabel 1. Karakteristik *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di Jawa Tengah

Data	KPw BI	Mean	Stdev	Min	Maks
<i>Inflow</i>	Semarang	1,278	0,914	0,161	7,156
	Solo	0,822	0,525	0,082	3,742
	Purwokerto	0,449	0,386	0,000	2,729
	Tegal	0,335	0,232	0,043	1,121
<i>Outflow</i>	Semarang	0,759	0,708	0,017	4,434
	Solo	0,355	0,364	0,002	2,473
	Purwokerto	0,342	0,355	0,000	2,592
	Tegal	0,334	0,328	0,001	1,679

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa rata-rata *inflow* dan *outflow* tertinggi di wilayah Jawa Tengah berada di KPw BI Semarang, yaitu masing-masing sebesar 1,278 triliun rupiah dan 0,759 triliun rupiah. Nilai maksimum dari *inflow* dan *outflow* tertinggi di wilayah Jawa Tengah juga terdapat di KPw BI Semarang, yaitu sebesar 7,156 triliun rupiah dan 4,434 triliun rupiah. Ini karena KPw BI Semarang sebagai depo kas regional wilayah V memiliki peran penting dalam kegiatan distribusi uang di wilayah tersebut.

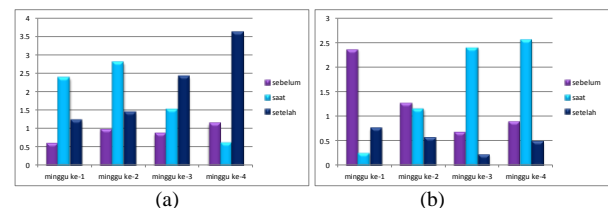
Terlihat pula bahwa rata-rata *inflow* uang kartal di masing-masing KPw BI lebih besar daripada rata-rata *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI wilayah Jawa Tengah. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata aliran uang kartal yang masuk (*inflow*) lebih banyak daripada aliran uang yang keluar (*outflow*), sehingga secara keseluruhan dapat dikatakan setiap KPw BI di wilayah Jawa Tengah mengalami *net inflow*.



Gambar 1. Plot *Outflow* Uang Kartal di KPw BI Semarang

Pola *inflow* dan *outflow* uang kartal masing-masing KPw BI di wilayah Jawa Tengah mengalami tren naik, namun pada tahun 2007-2010 terjadi penurunan *inflow* karena pada periode tersebut telah diberlakukan kebijakan BI mengenai pembatasan penyetoran untuk uang yang tidak layak edar (UTLE). Lalu uang yang masih layak edar (ULE) pada periode tersebut dikelola melalui transaksi uang kartal antar bank (TUKAB). Dengan adanya TUKAB ini, maka antar bank umum dapat saling memenuhi kekurangan maupun kelebihan jumlah pecahan uang kartal tertentu yang diinginkan. Semenjak tahun 2011, pola *inflow* uang kartal kembali menunjukkan kenaikan yang cukup besar dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan semenjak tahun tersebut BI kembali menerima penyetoran UTLE dan ULE.

Kenaikan *inflow* yang cukup tinggi terjadi pada bulan Januari (bulan 1) dan bulan-bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri atau satu bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri. Hal ini dikarenakan masyarakat cenderung menyetorkan uang setelah hari raya Idul Fitri berakhir. Sedangkan kenaikan *outflow* yang cukup tinggi jika dibandingkan bulan-bulan lainnya terjadi pada bulan Desember (bulan 12) dan pada bulan saat hari raya Idul Fitri serta satu bulan sebelum hari raya Idul Fitri. Kenaikan yang sangat tinggi di bulan Desember terjadi karena adanya natal dan tahun baru. Selain itu perusahaan ataupun pemerintah cenderung mengeluarkan anggaran untuk membayar hutang ataupun mengeksekusi belanja di akhir tahun. Lalu kenaikan *outflow* pada bulan saat hari raya Idul Fitri dan satu bulan sebelum hari raya Idul Fitri dikarenakan masyarakat cenderung menarik uang untuk membeli kebutuhan hari raya.



Gambar 2. Diagram Batang Rata-Rata *Outflow* Sebelum, Saat dan Setelah hari raya Idul Fitri di KPw BI Semarang (a) *Inflow*, (b) *Outflow*

Gambar 2 (a) menunjukkan bahwa jika hari raya Idul Fitri terjadi pada minggu pertama dan minggu kedua, maka *inflow* akan meningkat cukup tinggi pada bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri. Sedangkan jika hari raya Idul Fitri terjadi pada minggu ketiga dan minggu keempat, maka *inflow* akan meningkat cukup tinggi pada satu bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri. Sedangkan Gambar 2 (b) menunjukkan bahwa jika hari raya Idul Fitri terjadi pada minggu pertama dan minggu kedua, maka *outflow* akan meningkat cukup tinggi pada satu bulan sebelum terjadinya hari raya Idul Fitri. Sedangkan jika hari raya Idul Fitri terjadi pada minggu ketiga dan minggu keempat, maka *outflow* akan meningkat cukup tinggi pada bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri.

B. Pembentukan Model ARIMA

Pembentukan model ARIMA untuk *inflow* dan *outflow* uang kartal dilakukan pada masing-masing KPw BI

di wilayah Jawa Tengah. Langkah-langkah permodelan ini didasarkan pada prosedur Box-Jenkins. Data *inflow* maupun *outflow* uang kartal di KPw BI Wilayah Jawa Tengah tidak stasioner dalam varians dan mean, sehingga dilakukan transformasi Box-Cox, serta *differencing* baik seasonal 12 maupun reguler 1. Kemudian berdasarkan plot ACF dan PACF diperoleh model dugaan sebagai berikut.

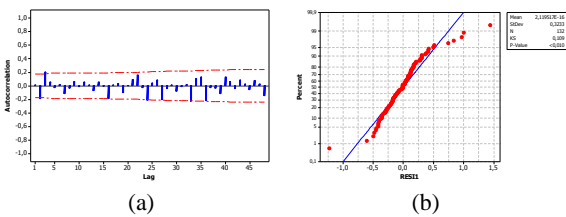
Tabel 2. Model ARIMA Dugaan

KPw BI	Model Terbaik
Semarang <i>inflow</i>	ARIMA([3,4,5,35],0,0)(0,1,0) ¹²
Semarang <i>outflow</i>	ARIMA(2,1,[12,35])(0,1,0) ¹²
Solo <i>inflow</i>	ARIMA([13],1,1)(0,1,0) ¹²
Solo <i>outflow</i>	ARIMA([1,2,35],0,[1,12])(0,1,0) ¹²
Purwokerto <i>inflow</i>	ARIMA([4],1,1)(0,1,0) ¹²
Purwokerto <i>outflow</i>	ARIMA(2,1,[12,35])(0,1,0) ¹²
Tegal <i>inflow</i>	ARIMA(2,1,0)(0,1,0) ¹²
Tegal <i>outflow</i>	ARIMA(1,1,0)(0,1,0) ¹²

Model ARIMA yang telah tersaji dalam Tabel 2 tersebut merupakan model ARIMA terbaik yang telah dilakukan pengujian signifikansi parameter dan pengujian asumsi residual, baik asumsi residual *white noise*, mengikuti distribusi normal dan varians residual homogen.

C. Pembentukan Model Time Series Regression

Pembentukan model variasi kalender dengan pendekatan *Time Series Regression* untuk data *inflow* dan *outflow* uang kartal dilakukan pada masing-masing KPw BI di wilayah Jawa Tengah. Adapun variabel dummy yang digunakan telah dijelaskan sebelumnya. Tahapan pertama yang harus dilakukan adalah melakukan pengujian residual yang meliputi uji *Ljung Box*, Kolmogorov Smirnov dan Lagrang Multiplier. Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa residual persamaan model awal untuk data *inflow* di KPw BI Semarang tidak memenuhi asumsi *white noise*, normal dan varians homogen pada residual.



Gambar 3. Pengujian Asumsi Residual untuk Data Inflow di KPw BI Semarang, (a) Pengujian White Noise, (b) Pengujian Distribusi Normal

Untuk itu lag-lag yang signifikan dari residual pada plot ACF dimasukkan ke dalam model sebagai variabel independen. Setelah dilakukan estimasi ulang, diperoleh hasil bahwa lag 3 dan 24 yang berpengaruh signifikan dan diperoleh residual yang telah *white noise* namun tidak berdistribusi normal dan varians tidak homogen pada residual. Selanjutnya dilakukan deteksi dan identifikasi outlier berdasarkan nilai *t-residual*. Setelah diperoleh model yang *white noise*, berdistribusi normal, dan varians residual homogen, selanjutnya dilakukan *eliminasi backward* untuk mendapatkan parameter-parameter yang signifikan. Berikut ini merupakan model variasi kalender berdasarkan *Time Series Regression* yang dapat digunakan untuk meramalkan data *inflow* uang kartal di KPw BI Semarang.

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & -0,797D_{1,t} - 2,417D_{2,t} + 0,009 t.D_{1,t} + 0,027t.D_{2,t} + 1,757M_{1,t} \\
 & + 1,150M_{2,t} + 1,143M_{3,t} + 1,198M_{4,t} + 0,917M_{5,t} + 0,793M_{6,t} \\
 & + 1,085M_{7,t} + 0,868M_{8,t} + 0,809M_{9,t} + 1,276M_{10,t} + 1,261M_{11,t} \\
 & + 0,637M_{12,t} + 0,706L_{1,t+1} + 0,734L_{2,t+1} + 1,450L_{3,t+1} \\
 & + 0,834L_{4,t+1} + 1,329L_{1,t} + 1,269L_{2,t} + 1,869D_{2,t}L_{4,t+1} \\
 & + 2,550D_{2,t}L_{2,t} + 1,254D_{2,t}L_{3,t} - 0,210Y_{1,t-24} + 1,807I_t^{(95)} \\
 & + 0,839I_t^{(61)} + 1,377I_t^{(96)} + a_t
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Pada peramalan data *inflow* dan *outflow* uang kartal dengan metode *Time Series Regression* terdapat beberapa model yang tidak memenuhi asumsi residual seperti halnya pada peramalan untuk data *outflow* dan *inflow* KPw BI Solo, *inflow* KPw BI Tegal dan KPw BI Purwokerto. Menurut Kostenko dan Hyndman [11], uji signifikansi dan asumsi dapat diabaikan untuk kepentingan peramalan. Dalam hal ini yang terpenting adalah bagaimana kemampuan model dalam melakukan peramalan untuk data *inflow* maupun *outflow*. Hal yang serupa juga dijelaskan oleh Armstrong [12].

D. Pembentukan Model ARIMAX

Pembentukan model variasi kalender dengan pendekatan ARIMAX menggunakan variabel dummy yang sama dengan variabel penelitian dalam pembentukan model *Time Series Regression*. Hanya saja jika residual tidak memenuhi asumsi *white noise* maka residual dimodelkan dengan ARIMA. Berikut ini merupakan model ARIMAX untuk data *inflow* KPw BI Semarang yang telah memenuhi asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal serta memiliki parameter yang telah signifikan, namun tidak memenuhi asumsi varians residual homogen.

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & -1,214D_1 - 2,233D_2 + 0,018 t.D_1 + 0,025t.D_{2,t} + 1,425M_{1,t} + 0,882M_{2,t} \\
 & + 0,853M_{3,t} + 0,957M_{4,t} + 0,704M_{5,t} + 0,630M_{6,t} + 0,829M_{7,t} + 0,645M_{8,t} \\
 & + 0,752M_{9,t} + 0,985M_{10,t} + 1,075M_{11,t} + 0,536M_{12,t} + 0,578L_{1,t+1} \\
 & + 0,391L_{2,t+1} + 1,332L_{3,t+1} + 0,782L_{4,t+1} + 1,297L_{1,t} + 0,395L_{2,t} - 0,613L_{3,t} \\
 & - 0,489L_{4,t} + 1,850D_{2,t}L_{4,t+1} + 3,712D_{2,t}L_{2,t} + 1,816D_{2,t}L_{3,t} \\
 & + (1 + 0,268B^3 - 0,488B^{24} - 0,270B^{33})a_t
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Model yang dihasilkan dengan metode ARIMAX dan *Time Series Regression* akan sama jika residual telah memenuhi asumsi *white noise* sebelumnya. Hal ini juga terjadi pada saat melakukan peramalan pada data *outflow* di KPw BI Semarang, KPw BI Solo dan KPw BI Tegal.

E. Pemilihan dan Peramalan Model Terbaik

Setelah dilakukan permodelan *inflow* dan *outflow* uang kartal pada masing-masing KPw BI di wilayah Jawa Tengah dengan beberapa metode peramalan, pada tahap ini akan dipilih sebuah model terbaik untuk peramalan. Pemilihan model terbaik didasarkan pada kriteria kebaikan model dengan pendekatan *out sample* yaitu bulan Januari 2014-Desember 2014 berdasarkan nilai RMSE terkecil.

Berdasarkan nilai RMSE *out sample* terkecil terlihat bahwa model terbaik untuk meramalkan data *inflow* baik di KPw BI Semarang, KPw BI Solo, KPw BI Purwokerto dan KPw BI Tegal adalah model ARIMA. Sedangkan untuk memodelkan data *outflow* di KPw BI Purwokerto diperoleh model terbaik yaitu dengan menggunakan model *Time Series Regression*. Lalu untuk memodelkan data *outflow* di KPw BI Semarang, KPw BI Solo dan KPw BI Tegal yaitu

model ARIMAX ataupun *Time Series Regression*, karena keduanya memiliki model yang sama.

Tabel 3. Pemilihan Model Terbaik

KPw BI	RMSE					
	ARIMA		TSR		ARIMAX	
	in	out	in	out	in	out
Semarang <i>inflow</i>	0,636	0,467*	0,271	0,988	0,288	0,914
Semarang <i>outflow</i>	0,527	0,858	0,213	0,601*	0,213	0,601*
Solo <i>inflow</i>	0,421	0,315*	0,118	0,457	0,080	0,333
Solo <i>outflow</i>	0,263	0,527	0,116	0,264*	0,116	0,264*
Purwokerto <i>inflow</i>	0,298	0,137*	0,156	0,567	0,076	0,257
Purwokerto <i>outflow</i>	0,264	0,370	0,148	0,250*	0,081	0,300
Tegal <i>inflow</i>	0,312	0,157*	0,123	0,343	0,105	0,341
Tegal <i>outflow</i>	0,444	0,255	0,050	0,162*	0,050	0,162*

Terpilihnya model ARIMA sebagai model terbaik dalam meramalkan data *inflow* uang kartal ini menunjukkan bahwa tidak selalu metode *time series* yang lebih sulit dan memiliki tingkat kerumitan lebih akan selalu menghasilkan nilai ramalan yang lebih akurat daripada metode yang sederhana. Hal ini sama dengan penelitian Makridarkis dan Hibon[13] yang tertuang dalam hasil M3 *competition*. Tidak menjadi masalah walaupun nilai RMSE *in sample* pada beberapa model pada metode ARIMA lebih besar daripada nilai RMSE *out sample*. Nilai RMSE *out sample* yang kecil tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan untuk data *out sample* lebih baik. Ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Suparman[14], yang melakukan studi simulasi untuk membandingkan antara MSE *in sample* (*Mean Square Predictor Error/ MSPE*) dengan MSE *out sample* sebagai penentu pemilihan model terbaik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa MSE *out sample* merupakan penaksir yang lebih baik digunakan sebagai penentuan model terbaik. Ini karena taksiran MSE memiliki bias dan standar *error* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan MSPE. Berdasarkan penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini hanya memperhatikan nilai RMSE *out sample* dari setiap model saja sebagai penentu pemilihan model terbaik untuk data *inflow* dan *outflow* uang kartal pada masing-masing KPw BI di wilayah Jawa Tengah.

Berikut ini merupakan model terbaik untuk *inflow* dan *outflow* uang kartal dimasing-masing KPw BI di wilayah Jawa Tengah.

1. Model *inflow* uang kartal di KPw BI Semarang

$$Y_{1,1,t}^* = \frac{1}{(1-0,371B^3 - 0,159B^4 - 0,160B^5 - 0,207B^{35})(1-B)^{12}} a_t$$

2. Model *inflow* uang kartal di KPw BI Solo

$$Y_{1,2,t}^* = \frac{1-0,789B}{(1+0,355B^{13})(1-B^{12})(1-B)} a_t - 0,263I_t^{(84)} + 0,124I_t^{(109)}$$

3. Model *inflow* uang kartal di KPw BI Purwokerto

$$Y_{1,3,t}^* = \frac{(1-0,765B)}{(1+0,267B^4)(1-B^{12})(1-B)} a_t - 0,332I_t^{(70)} + 0,131I_t^{(87)} + 0,110I_t^{(60)} + 0,330I_t^{(96)}$$

4. Model *inflow* uang kartal di KPw BI Tegal

$$Y_{1,4,t}^* = \frac{1}{(1+0,645B+0,422B^2)(1-B)(1-B^{12})} a_t$$

5. Model *outflow* uang kartal di KPw BI Semarang

$$Y_{2,1,t} = -0,452D_{1,t} - 3,299D_{2,t} + 0,031t.D_{2,t} + 0,420M_{1,t} + 0,575M_{2,t} + 0,558M_{3,t} + 0,717M_{4,t} + 0,624M_{5,t} + 0,939M_{6,t} + 0,713M_{7,t} + 0,532M_{8,t} + 0,641M_{9,t} + 0,454M_{10,t} + 0,576M_{11,t} + 1,135M_{12,t} + 2,033L_{1,t-1} + 0,319L_{2,t-1} + 0,245L_{4,t-1} + 0,674L_{2,t} + 1,468L_{3,t} + 0,691L_{4,t} + 1,767D_{2,t}L_{2,t-1} + 0,855D_{2,t}L_{3,t} + 2,242D_{2,t}L_{4,t} + a_t$$

6. Model *outflow* uang kartal di KPw BI Solo

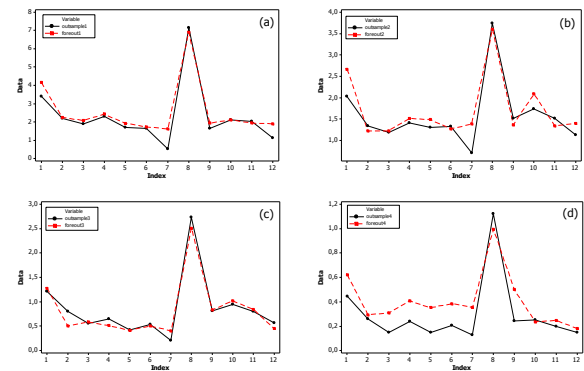
$$Y_{2,2,t} = 0,003t - 0,395D_{1,t} - 1,658D_{2,t} + 0,013t.D_{2,t} + 0,140M_{1,t} + 0,194M_{2,t} + 0,192M_{3,t} + 0,268M_{4,t} + 0,243M_{5,t} + 0,365M_{6,t} + 0,278M_{7,t} + 0,184M_{8,t} + 0,229M_{9,t} + 0,155M_{10,t} + 0,159M_{11,t} + 0,422M_{12,t} + 0,671L_{1,t-1} + 0,232L_{2,t-1} + 0,180L_{4,t-1} + 0,540L_{2,t} + 0,432L_{3,t} + 0,841D_{2,t}L_{2,t-1} + 0,431D_{2,t}L_{3,t-1} + 0,831D_{2,t}L_{3,t} + 1,317D_{2,t}L_{4,t} + a_t$$

7. Model *outflow* uang kartal di KPw BI Purwokerto

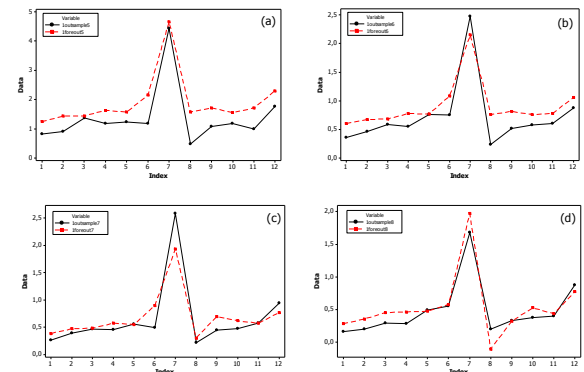
$$Y_{2,3,t} = 0,003t - 0,142D_{1,t} - 1,006D_{2,t} + 0,004t.D_{1,t} + 0,007t.D_{2,t} + 0,221M_{1,t} + 0,209M_{2,t} + 0,223M_{3,t} + 0,307M_{4,t} + 0,286M_{5,t} + 0,391M_{6,t} + 0,391M_{7,t} + 0,231M_{8,t} + 0,351M_{9,t} + 0,326M_{10,t} + 0,259M_{11,t} + 0,437M_{12,t} + 0,767L_{1,t-1} + 0,100L_{2,t-1} + 0,231L_{3,t-1} + 0,231L_{4,t-1} + 0,361L_{2,t} + 1,433L_{3,t} + 0,468L_{4,t} + 1,031D_{2,t}L_{2,t-1} + 0,848D_{2,t}L_{4,t} - 0,296I_t^{(10)} - 0,322I_t^{(48)} + 0,324I_t^{(60)} - 0,163Y_{2,3,t-1} + 0,299I_t^{(95)} + 0,270I_t^{(92)} - 0,217I_t^{(7)} + 0,325I_t^{(20)} + 0,177I_t^{(38)} + 0,204I_t^{(114)} - 0,228I_t^{(129)} + 0,161I_t^{(42)} - 0,148I_t^{(55)} - 0,139I_t^{(124)} + 0,241I_t^{(132)} + 0,168I_t^{(58)} + a_t$$

8. Model *outflow* uang kartal di KPw BI Tegal

$$Y_{2,4,t} = 0,010t - 0,152M_{1,t} - 0,089M_{2,t} + 0,091M_{6,t} + 0,181M_{7,t} - 0,611M_{8,t} - 0,195M_{9,t} - 0,100M_{11,t} + 0,231M_{12,t} + 0,773L_{2,t-1} + 0,549L_{2,t} + 1,433L_{3,t} + 1,294L_{4,t} + 0,357I_t^{(4)} + a_t$$



Gambar 4. Plot *Time Series Inflow* Data Aktual *Out Sample* dan Hasil Peramalan (a) KPw BI Semarang, (b) KPw BI Solo, (c) KPw BI Purwokerto, (d) KPw BI Tegal



Gambar 5. Plot *Time Series Outflow* Data Aktual *Out Sample* dan Hasil Peramalan (a) KPw BI Semarang, (b) KPw BI Solo, (c) KPw BI Purwokerto, (d) KPw BI Tegal

Setelah diperoleh model terbaik untuk masing-masing data, selanjutnya dilakukan peramalan untuk data *inflow* maupun *outflow* uang kartal untuk periode tahun 2015. Hasil ramalan untuk data *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI wilayah Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 4. Ramalan *Inflow* Uang Kartal untuk Tahun 2015

Bulan	KPw BI			
	Semarang	Solo	Purwokerto	Tegal
Januari	3,776	2,613	1,439	0,350
Februari	2,114	1,741	0,986	0,194
Maret	1,859	1,501	0,694	0,113
April	2,456	1,702	0,754	0,184
Mei	1,643	1,556	0,526	0,113
Juni ^(a)	1,639	1,653	0,649	0,156
Juli ^(b)	0,675	0,838	0,263	0,099
Agustus ^(c)	6,474	5,035	3,159	0,853
September	1,600	1,710	0,977	0,186
Oktober	2,367	2,050	1,129	0,193
Nopember	2,074	1,788	0,965	0,151
Desember	1,266	1,347	0,696	0,114

Tabel 5. Ramalan *Outflow* Uang Kartal untuk Tahun 2015

Bulan	KPw BI			
	Semarang	Solo	Purwokerto	Tegal
Januari	1,143	0,619	0,533	0,342
Februari	1,311	0,689	0,568	0,407
Maret	1,354	0,709	0,587	0,517
April	1,504	0,788	0,678	0,526
Mei	1,443	0,794	0,652	0,536
Juni ^(a)	1,742	1,343	1,003	0,661
Juli ^(b)	4,042	2,215	2,157	2,021
Agustus ^(c)	1,334	0,701	0,387	0,179
September	1,539	0,808	0,804	0,432
Oktober	1,398	0,758	0,722	0,582
Nopember	1,494	0,771	0,678	0,518
Desember	2,093	1,049	0,872	0,882

Keterangan: (a) satu bulan sebelum hari raya, (b) bulan saat hari raya, (c) satu bulan setelah hari raya

Jika diperhatikan, hasil ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal untuk tahun 2015 telah sesuai dengan fenomena yang terjadi, yaitu terjadi kenaikan di bulan-bulan sekitar hari raya Idul Fitri. Kenaikan *inflow* yang sangat tinggi terjadi pada bulan Januari dan Agustus, sedangkan kenaikan *outflow* yang sangat tinggi terjadi pada bulan Juli dan Desember.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik *inflow* dan *outflow* uang kartal dipengaruhi oleh adanya hari raya Idul Fitri dan terdapat efek musiman dari bulan-bulan tertentu. Selain itu periode minggu tertentu saat kejadian hari raya juga berpengaruh terhadap peningkatan *inflow* dan *outflow* uang kartal. Model terbaik untuk meramalkan data *inflow* di masing-masing KPw BI wilayah Jawa Tengah adalah model ARIMA, sedangkan untuk data *outflow* adalah model *Time Series Regression*. Hasil ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal untuk tahun 2015 menunjukkan bahwa *inflow* uang kartal mengalami kenaikan cukup tinggi di bulan Januari dan bulan Agustus, sedangkan *outflow* uang kartal mengalami kenaikan cukup tinggi di bulan Juli dan Desember.

Pada penelitian ini beberapa metode yang dilakukan telah menghasilkan model *inflow* dan *outflow* uang kartal

yang cukup mampu menangkap efek hari raya Idul Fitri hanya dengan menggunakan variabel dummy saja. Namun untuk variabel dummy variasi kalender tidak cukup hanya melihat periode minggu saat kejadian hari raya, karena nilai *inflow* maupun *outflow* pada minggu yang sama memiliki selisih nilai yang cukup jauh dan menganggap hari di awal minggu ke-*i* sama dengan hari di akhir minggu ke-*i*. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya ditambahkan variabel dummy hari agar hasil peramalan menjadi lebih akurat. Selain itu juga dapat ditambahkan variabel-variabel lain yang sekiranya berpengaruh terhadap *inflow* dan *outflow* uang kartal serta dilakukan permodelan dengan metode lain sebagai perbandingan agar didapatkan hasil ramalan yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bank Indonesia. (2013a). *Bank Indonesia*. Diakses pada 27 Februari 2015 dari <http://www.bi.go.id/web/id/Tentang+BI/profil>.
- [2] Bank Indonesia. (2012). *Peraturan Bank Indonesia Nomor 14/7/PBI/2012 Tentang Pengelolaan Uang Rupiah*. Jakarta: BI.
- [3] Karomah, A. dan Suhartono. (2014). Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Model Variansi Kalender dan Model Autoregressive Distributed Lag (ARDL). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol 3 No. 2.
- [4] Wulansari, R. E dan Suhartono. (2014). Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Metode ARIMAX dan Radial Basis Function Network (RBFN) Studi Kasus di Bank Indonesia. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol 3 No. 2.
- [5] Suhartono, Lee, M. H. dan Hamzah, N. A. (2010). Calendar Variation Model Based on Time Series Regression for Sales Forecasts: The Ramadhan Effects. *Proceedings of The Regional Conference on Statistical Sciences 2010*, 30-41
- [6] Suhartono, Lee, M. H., dan Hamzah, N. A. (2010). Calendar Variation Model Based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect. *Proceedings of the Regional Conference on Statistical Sciences*, 5.
- [7] Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods*. New York: Pearson Education, Inc.
- [8] Cryer, J.D., dan Chan, K.S. (2008). *Time Series Analysis with Application in R 2nd Edition*. New York: Springer.
- [9] Bowerman, L.B dan O'Connell, T.R. 1993. *Forecasting and Time Series: An Applied Approach*. Belmont: Duxbury Press.
- [10] Suhartono dan Lee, M. H. (2011). Forecasting of Tourist Arrivals Using Subset, Multiplicative or Additive Seasonal ARIMA Model. *Matematika*, Vol 27 No. 2, 169-182.
- [11] Kostenko, A. V. dan Hyndman, R. J. (2007). Forecasting without Significance Test. *International Journal of Forecasting*, 321-327.
- [12] Armstrong, J. S. (2007). Significance Tests Harm Progress in Forecasting. *International Journal of Forecasting*, Vol 23, 321-327.
- [13] Makridakis, S. dan Hibon, M. (2000). *The M3-Competition: result, conclusions and implications*. *International Journal of Forecasting*, Vol 16, 451-476.
- [14] Suparman, Y. (2015). Perlukah Cross Validation dilakukan? Perbandingan antara Mean Square Prediction Error dan Mean Square Error sebagai Penaksir Harapan Kuadrat Kekeliruan Model. Prosiding Universitas Padjajaran.