

# Perbandingan Model ARIMAX dan Fungsi Transfer Untuk Peramalan Konsumsi Energi Listrik di Jawa Timur

Andria Prima Ditago, Agus Suharsono, dan Suhartono  
Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
*e-mail*: agus\_s@statistika.its.ac.id, suhartono@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Kebutuhan akan energi listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Seiring dengan kenaikan kebutuhan akan energi listrik dari para pelanggan, maka sistem energi listrik haruslah dikembangkan. Untuk membangkitkan dan menyalurkan energi listrik secara ekonomis maka harus dibuat peramalan konsumsi energi listrik jauh sebelum listrik tersebut dibutuhkan agar permintaan pelanggan terpenuhi dan tidak terjadi kekurangan pasokan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai ramalan konsumsi listrik untuk setiap kelompok pada tahun 2013. Metode analisis peramalan yang digunakan yaitu model ARIMA dengan deteksi *outlier* (ARIMAX) dan fungsi transfer. Dari kedua model tersebut akan dibandingkan nilai residual yang telah diperoleh dari kriteria *out-sample*. Model peramalan terbaik yang sesuai untuk prediksi jumlah konsumsi listrik di Jawa Timur pada periode Januari 2013 hingga Desember 2013 untuk kelompok sosial, bisnis, dan industri dengan menggunakan model ARIMAX didapatkan nilai MAPE(%) *out-sample* sebesar 4,50, 2,30, dan 3,63. Sedangkan untuk kelompok rumah tangga dan publik dengan menggunakan model fungsi transfer didapatkan nilai MAPE(%) *out-sample* sebesar 2,20 dan 1,91.

**Kata Kunci**—ARIMAX, fungsi transfer, konsumsi listrik, MAPE, outlier.

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan. Adanya energi listrik dapat membantu manusia dalam memenuhi kebutuhannya. Manusia dapat memanfaatkan listrik sebagai salah satu sumber energi utama dalam setiap kegiatan, baik rumah tangga, bisnis, industri, teknologi, pendidikan, dan lain sebagainya. Kebutuhan akan energi listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Seiring dengan kenaikan kebutuhan akan energi listrik dari para pelanggan, maka sistem energi listrik haruslah dikembangkan. Dengan kata lain, pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan energi listrik yang terus menerus naik setiap tahun. Oleh karena itu, untuk membangkitkan dan menyalurkan energi listrik secara ekonomis maka harus dibuat peramalan konsumsi listrik jauh sebelum listrik tersebut dibutuhkan.

Perkembangan akan kebutuhan energi listrik di Jawa Timur salah satunya ditunjukkan dalam besarnya tingkat konsumsi listrik dan jumlah pelanggan listrik. Berdasarkan data statistik PT. PLN Distribusi Jawa Timur [1], pertumbuhan konsumsi

energi listrik di Jawa Timur didominasi oleh kelompok industri. Dengan kontribusi pada kelompok sosial sebesar 2,59 persen, kelompok rumah tangga sebesar 37,83 persen, kelompok bisnis sebesar 11,55 persen, kelompok industri sebesar 44,18 persen, dan kelompok publik sebesar 3,21 persen. Sedangkan komposisi jumlah pelanggan listrik pada kelompok sosial sebesar 2,28 persen, kelompok rumah tangga sebesar 92,84 persen, kelompok bisnis sebesar 4,24 persen, kelompok industri sebesar 0,15 persen, dan kelompok publik sebesar 0,49 persen.

Berdasarkan data BPS Jawa Timur dalam Bank Indonesia [2] kinerja perekonomian Jawa Timur pada tahun 2012 mencapai 7,27 persen, lebih tinggi dibandingkan tahun 2011 7,22 persen. Dari sisi penawaran, tingginya laju pertumbuhan ekonomi Jawa Timur terutama didukung oleh pertumbuhan pada sektor listrik, gas, dan air bersih sebesar 6,21 persen dengan sumber pertumbuhan sebesar 0,08 persen. Sedangkan dari sisi permintaan, konsumsi rumah tangga memberikan kontribusi pertumbuhan tertinggi kedua dan tumbuh cukup signifikan yakni sebesar 6,15 persen dengan sumber pertumbuhan sebesar 4,32 persen.

Tujuan dalam penelitian ini adalah mendapatkan model peramalan terbaik untuk memprediksi jumlah konsumsi listrik untuk setiap kelompok di Jawa Timur pada periode Januari 2013 hingga Desember 2013. Pada penelitian ini akan digunakan dua pendekatan, yaitu univariat dan multivariat *time series*. Pada pendekatan univariat akan digunakan model ARIMA, sedangkan pendekatan multivariat digunakan model fungsi transfer.

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Model ARIMA Box-Jenkins

Prosedur Box dan Jenkins [3] meliputi empat tahapan untuk membentuk model ARIMA, yaitu (1) identifikasi model, (2) penaksiran parameter, (3) pemeriksaan diagnostik, dan (4) peramalan.

Secara umum model ARIMA( $p, d, q$ ) dapat ditulis dalam bentuk

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

Apabila terdapat efek non-musiman dan musiman, maka model yang terbentuk adalah multiplikatif ARIMA( $p, d, q$ )( $P, D, Q$ )

$D, Q)^s$ . Secara matematis dituliskan dalam bentuk

$$\Phi_p(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D\dot{Z}_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t \quad (2)$$

dengan :

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

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

$$\Phi_p(B) = (1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_p B^{Ps})$$

$$\Theta_q(B) = (1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_q B^{Qs})$$

dengan :

$B$  = operator *backward shift*

$s$  = periode musiman

$d$  dan  $D$  = orde *differencing* non-musiman dan musiman

### B. Model Fungsi Transfer

Model fungsi transfer adalah suatu model yang menggambarkan nilai prediksi masa depan dari suatu deret waktu didasarkan pada nilai-nilai masa lalu deret waktu itu sendiri dan satu atau lebih variabel yang berhubungan dengan deret output tersebut. Secara umum model fungsi transfer *single* input dan *single* output dapat dituliskan.

$$y_t = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)} x_{t-b} + \eta_t \quad (3)$$

dengan :

$$\omega_s(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s$$

$$\delta_r(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r$$

$\eta_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$  komponen *error* mengikuti model ARIMA

Tahapan dalam membentuk model fungsi transfer, yaitu (1) identifikasi model, (2) penaksiran parameter, (3) pengujian kesesuaian model, dan (4) peramalan.

### C. Deteksi Outlier

Dalam analisis deret waktu, kadang kala suatu pengamatan dapat dipengaruhi oleh kejadian yang waktu dan penyebabnya tidak diketahui. Pengamatan seperti ini disebut *outlier*. Karena *outlier* dapat menjadi masalah dalam analisis data, maka prosedur untuk mendeteksi dan menangani beberapa efek *outlier* diperlukan. Model *outlier* umum dengan  $k$  *outlier* yang beragam dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Z_t = \sum_{j=1}^k \omega_j v_j(B) I_t^{(T)} + X_t \quad (4)$$

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

dan  $X_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$  mengikuti model ARIMA.

Pada penelitian ini *outlier* diklasifikasikan menjadi *Additive Outlier* (AO) dan *Level Shift* (LS). AO memberikan pengaruhnya pada pengamatan ke- $T$ . LS merupakan kejadian yang mempengaruhi deret pada satu waktu tertentu dan efek yang diberikan memberikan suatu perubahan yang tiba-tiba dan bersifat tetap (berpengaruh pada pengamatan ke- $T, T+1,$

dan seterusnya). Model AO dan LS dapat dituliskan dalam bentuk [4].

$$Z_t = X_t + \omega I_{A,t}^{(T)} \quad (5)$$

dan

$$Z_t = X_t + \omega I_{S,t}^{(T)} \quad (6)$$

dengan  $I_{A,t}^{(T)} = \begin{cases} 1, & t=T \\ 0, & t \neq T \end{cases}$   $I_{S,t}^{(T)} = \begin{cases} 1, & t \geq T \\ 0, & t < T \end{cases}$

### D. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model peramalan terbaik dilakukan dengan menggunakan pendekatan *out-sample*. RMSE, MAPE, dan MAPE digunakan untuk mengukur akurasi pada kedua model peramalan dengan formulasi sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (7)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\% \quad (8)$$

$$SMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{\frac{Y_t + \hat{Y}_t}{2}} \right| \times 100\% \quad (9)$$

dengan  $n$  adalah banyaknya nilai ramalan. Model terbaik adalah model yang memiliki nilai RMSE, MAPE, dan SMAPE *out-sample* paling kecil.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Variabel penelitian yang digunakan meliputi deret output dan deret input. Deret output merupakan jumlah konsumsi listrik (dalam satuan GWh) berturut-turut adalah kelompok sosial ( $Y_{1,t}$ ), rumah tangga ( $Y_{2,t}$ ), bisnis ( $Y_{3,t}$ ), industri ( $Y_{4,t}$ ), dan publik ( $Y_{5,t}$ ). Beserta total konsumsi seluruh kelompok pelanggan. Sedangkan deret input merupakan jumlah pelanggan listrik berturut-turut adalah kelompok sosial ( $X_{1,t}$ ), rumah tangga ( $X_{2,t}$ ), bisnis ( $X_{3,t}$ ), industri ( $X_{4,t}$ ), dan publik ( $X_{5,t}$ ).

### B. Langkah Analisis

Dalam tahapan analisis, data akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu *in-sample* dan *out-sample*. Dimana untuk data *in-sample* sebanyak 132, dimulai periode bulan Januari 2001 hingga Desember 2011. Sedangkan data *out-sample* sebanyak 12, dimulai periode bulan Januari 2012 hingga Desember 2012. Tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Menentukan model ARIMA yang sesuai untuk setiap deret output dan data total konsumsi listrik.

2. Menentukan model fungsi transfer yang sesuai untuk setiap deret output dengan input.
3. Memilih model terbaik berdasarkan kriteria *out-sample* yang terkecil.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Model ARIMA Box-Jenkins

Plot *time series* dari masing-masing kelompok ditampilkan pada Gambar 1. Semua data menunjukkan kondisi yang belum memenuhi stasioneritas, baik dalam *mean* maupun *varians*. Dengan menggunakan berbagai macam bentuk transformasi untuk setiap kelompok dan *differencing* non-musiman ( $d = 1$ ) dan musiman ( $D = 1, S = 12$ ) untuk beberapa kelompok, akan memberikan data yang stasioner. Plot ACF dan PACF dari data yang telah stasioner ditampilkan pada Gambar 2. Kemudian dilakukan pendugaan model sementara berdasarkan kedua plot yang telah stasioner tersebut seperti hasil pada Tabel 1.

Pada tahap penaksiran parameter, seluruh model dugaan pada setiap kelompok mempunyai parameter yang signifikan. Selanjutnya untuk menentukan kelayakan model ARIMA dilakukan cek diagnosa residual untuk menguji residual bersifat *white noise* dengan uji *Ljung-Box* dan berdistribusi normal dengan uji *Kolmogorov Smirnov*. Dari semua model dugaan pada Tabel 1 telah memenuhi asumsi residual *white noise*, namun tidak memenuhi asumsi kenormalan. Ketidaknormalan residual disebabkan oleh adanya *outlier*, sehingga dalam hal ini diperlukan prosedur deteksi *outlier*.

Dengan melakukan prosedur deteksi *outlier*, maka perlu melakukan penaksiran parameter ulang dengan memodelkan *outlier* (ARIMAX). Setelah dilakukan analisis didapatkan parameter yang signifikan terhadap model dan semua asumsi residual telah terpenuhi. Secara matematis model ARIMA terbaik jumlah konsumsi listrik untuk setiap kelompok dapat dituliskan sebagai berikut.

a. Kelompok sosial

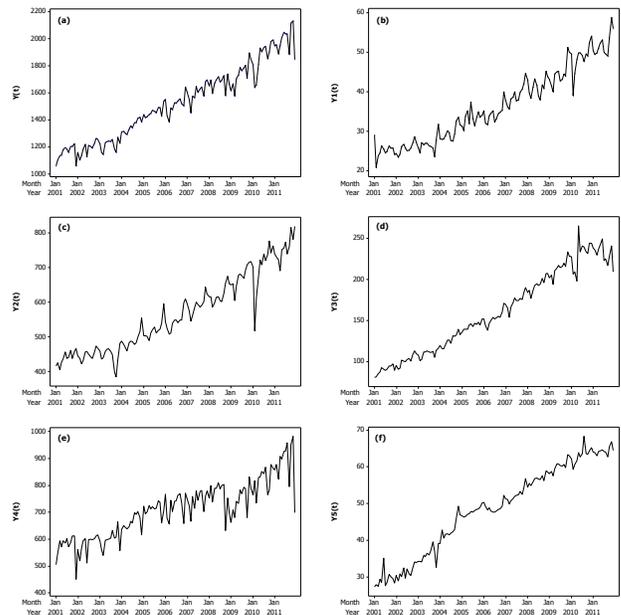
$$Z_t = \frac{-0,55788I_{A,t}^{(110)} + 0,58076I_{A,t}^{(1)} - 0,50857I_{A,t}^{(34)} + (1 - 0,66874B)}{(1 + 0,48054B^{12})(1 - B)(1 - B^{12})} a_t$$

b. Kelompok rumah tangga

$$Z_t = \frac{-0,30076I_{A,t}^{(110)} - 0,09235I_{A,t}^{(111)} - 0,13398I_{A,t}^{(33)} - 0,17527I_{A,t}^{(34)} + (1 - 0,71358B)(1 - 0,52372B^{12})}{(1 - B)(1 - B^{12})} a_t$$

c. Kelompok bisnis

$$Z_t = \frac{-0,0058303I_{A,t}^{(113)} + 0,0038749I_{A,t}^{(34)} + 0,0027914I_{A,t}^{(12)} + 0,0041664I_{A,t}^{(132)} + 0,0039978I_{S,t}^{(127)} + (1 - 0,32824B + 0,33710B^{12})}{(1 - 0,23794B^6)(1 - B)} a_t$$



Gambar. 1. Plot *time series* (a) total konsumsi listrik, jumlah konsumsi listrik kelompok (b) sosial, (c) rumah tangga, (d) bisnis, (e) industri, dan (f) publik.

d. Kelompok industri

$$Z_t = \frac{-4,82394I_{A,t}^{(132)} - 2,95418I_{A,t}^{(12)} - 1,60379I_{S,t}^{(94)} - 1,72230I_{A,t}^{(18)} - 2,91212I_{A,t}^{(129)} - 1,65476I_{A,t}^{(117)} - 1,23042I_{A,t}^{(71)} - 1,13594I_{A,t}^{(14)} - 1,79429I_{A,t}^{(48)} - 2,00262I_{A,t}^{(36)} + a_t}{(1 + 0,49782B + 0,35386B^2)(1 - 0,66175B^{12})(1 - B)}$$

e. Kelompok publik

$$Z_t = \frac{443,81087I_{A,t}^{(6)} + 600,15519I_{A,t}^{(116)} + (1 - 0,35501B + 0,36729B^{23})}{(1 - B)} a_t$$

B. Model Fungsi Transfer

Tahap awal dari pembentukan model fungsi transfer adalah identifikasi model deret input yaitu jumlah pelanggan pada masing-masing kelompok dengan menggunakan model ARIMA. Identifikasi plot *time series* dari masing-masing kelompok ditampilkan pada Gambar 3. Semua data menunjukkan belum memenuhi kondisi stasioner dalam *mean*. Plot ACF dan PACF dari semua kelompok tidak menunjukkan pola musiman. Dengan menggunakan *differencing* non-musiman ( $d = 1$ ), akan memberikan data yang stasioner. Plot ACF dan PACF dari data yang telah stasioner ditampilkan pada Gambar 4. Kemudian dilakukan pendugaan model sementara berdasarkan kedua plot yang telah stasioner tersebut seperti hasil pada Tabel 2.

Pada tahap penaksiran parameter, seluruh model dugaan pada setiap kelompok mempunyai parameter yang signifikan. Selanjutnya untuk menentukan kelayakan model ARIMA dilakukan cek diagnosa residual untuk menguji residual bersifat *white noise* dengan uji *Ljung-Box*. Dari semua model pada Tabel 2 telah memenuhi asumsi residual *white noise*.

Selanjutnya dilakukan proses *prewhitening* deret input dan output. Dari plot CCF diperoleh dugaan orde (*b, r, s*) sementara untuk setiap kelompok berturut-turut adalah.

- a.  $y_{1t} = \omega_{10}x_{t-10} + \eta_t$ , dan  $y_{1t} = \omega_{10}x_{t-10} - \omega_{13}x_{t-13} + \eta_t$
- b.  $y_{2t} = \omega_9x_{t-19} + \eta_t$
- c.  $y_{3t} = \omega_0x_t + \eta_t$ , dan  $y_{3t} = \omega_0x_t - \omega_5x_{t-5} + \eta_t$
- d.  $y_{4t} = \omega_8x_{t-8} + \eta_t$
- e.  $y_{5t} = \omega_4x_{t-4} + \eta_t$ , dan  $y_{5t} = \omega_4x_{t-4} - \omega_{17}x_{t-17} + \eta_t$

Dari hasil identifikasi orde *b, r, s* didapatkan deret *noise* kemudian dari plot ACF dan PACF residual dapat diduga model ARMA(*p,q*) sementara untuk setiap kelompok berturut-turut, seperti berikut.

- a. ARMA([1,3,10,12],[2])
- b. ARMA([1,2,12,13],[2])
- c. ARMA([13],[1,6,14])
- d. ARMA(0,0,1)(0,0,1)<sup>12</sup>
- e. ARMA(0,1)

Dengan melakukan penaksiran parameter model fungsi transfer seperti rujuk ke (3), didapatkan hasil pada kelompok sosial, bisnis, dan publik berturut-turut dengan orde (*b, r, s*) (10,0,[13]), (0,0,[5]), dan (4,0,[17]) mempunyai parameter yang tidak signifikan terhadap model. Sehingga parameter dengan orde tersebut tidak perlu dilanjutkan dalam pengujian kesesuaian model fungsi transfer.

Dari hasil pengujian kesesuaian model fungsi transfer, didapatkan hasil residual ( $\hat{a}_t$ ) telah memenuhi asumsi *white noise*, dan hanya kelompok sosial yang telah memenuhi asumsi kenormalan. Sedangkan pengujian korelasi silang antara residual ( $\hat{a}_t$ ) dengan deret input ( $\alpha_t$ ) semua kelompok telah memenuhi asumsi *white noise*.

Dengan cara yang sama seperti pemodelan ARIMA, ketidaknormalan residual ( $\hat{a}_t$ ) pada model fungsi transfer dapat diatasi dengan melakukan prosedur deteksi *outlier*. Setelah dilakukan analisis maka model akhir fungsi transfer terbaik (semua parameter signifikan dan residual telah memenuhi asumsi) yang terbentuk untuk setiap kelompok berturut-turut adalah.

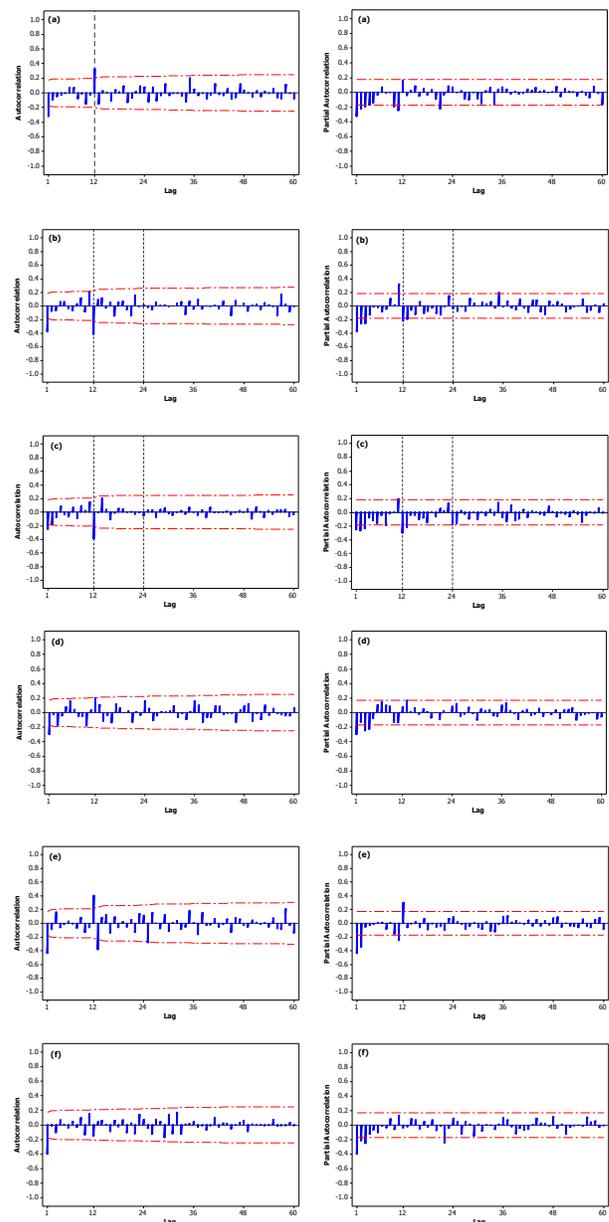
a. Kelompok sosial

$$Y_{1,t} = 0,000461X_{1,t-10} - 0,000259X_{1,t-11} + 0,000110X_{1,t-13} + 0,000125X_{1,t-20} - 0,000156X_{1,t-22} - 0,000202X_{1,t-12} - 0,000110X_{1,t-14} - 0,000125X_{1,t-21} + 0,000156X_{1,t-23} - 0,562Y_{1,t-1} + 0,239Y_{1,t-3} + 0,271Y_{1,t-10} - 0,339Y_{1,t-12} - 0,438Y_{1,t-2} - 0,239Y_{1,t-4} - 0,271Y_{1,t-11} + 0,339Y_{1,t-13} + a_t - 0,468a_{t-2}$$

b. Kelompok rumah tangga

$$Y_{2,t} = 0,000184X_{2,t-19} - 0,000098X_{2,t-20} - 0,000145X_{2,t-31} + 0,000054X_{2,t-32} - 0,000086X_{2,t-21} + 0,000091X_{2,t-33} - 0,535Y_{2,t-1} - 0,788Y_{2,t-12} - 0,492Y_{2,t-13} - 0,465Y_{2,t-2} + 0,788Y_{2,t-13} + 0,492Y_{2,t-14} + a_t - 0,469a_{t-2} - 0,370a_{t-4} - 188,29798I_{A,t}^{(110)} - 54,05101I_{A,t}^{(111)} - 31,00322I_{A,t}^{(34)}$$

c. Kelompok bisnis



Gambar. 2. Plot ACF (gambar kiri) dan PACF (gambar kanan) (a) total konsumsi listrik, jumlah konsumsi listrik kelompok (b) sosial, (c) rumah tangga, (d) bisnis, (e) industri, (f) publik.

Tabel 1.

Model dugaan ARIMA untuk setiap kelompok data jumlah konsumsi listrik

Kelompok	Model ARIMA
Sosial	$(0,1,1)(0,1,1)^{12}$
Rumah tangga	$(0,1,1)(1,1,0)^{12}$
Bisnis	$(0,1,1)(0,0,1)^{12}$
Industri	$(0,1,[1,12,13])$
Publik	$(0,1,1)$

$$Y_{3,t} = 0,00049X_{3,t} + 0,000184X_{3,t-3} - 0,000237X_{3,t-24} - 0,00049X_{3,t-1} - 0,000184X_{3,t-4} + 0,000237X_{3,t-25} + 0,375Y_{3,t-3} - 0,482Y_{3,t-24} - Y_{3,t-1} - 0,375Y_{3,t-4} + 0,482Y_{3,t-25} + a_t - 0,335a_{t-1} + 43,26119I_{A,t}^{(113)} - 29,89662I_{A,t}^{(132)}$$

d. Kelompok industri

$$Y_{4,t} = 6,89081 - 0,15289(X_{4,t-8} + X_{4,t-9}) + a_t - 0,74200a_{t-1} + 0,53767a_{t-12} - 0,39895a_{t-13} + Y_{4,t-1} - 263,70140I_{A,t}^{(132)} - 105,24019I_{S,t}^{(94)} - 65,60529I_{S,t}^{(12)} - 149,32995I_{A,t}^{(129)} - 90,21967I_{A,t}^{(117)}$$

e. Kelompok publik

$$Y_{5,t} = 0,12591 + 0,0009006(X_{5,t-4} + X_{5,t-5}) + a_t - 0,76973a_{t-1} + Y_{5,t-1} + 6,66773I_{A,t}^{(6)} - 6,36725I_{A,t}^{(35)} + 4,96599I_{A,t}^{(116)} + 2,96958I_{S,t}^{(46)} + 2,80356I_{A,t}^{(38)} - 2,97385I_{S,t}^{(63)} + 2,86619I_{A,t}^{(84)} - 2,64329I_{A,t}^{(110)} - 2,27312I_{A,t}^{(21)} + 2,39253I_{A,t}^{(72)} + 1,97708I_{S,t}^{(33)}$$

dengan  $I_{A,t}^{(T)} = \begin{cases} 1, & t=T \\ 0, & t \neq T \end{cases}$   $I_{S,t}^{(T)} = \begin{cases} 1, & t \geq T \\ 0, & t < T \end{cases}$

C. Perbandingan Akurasi Model

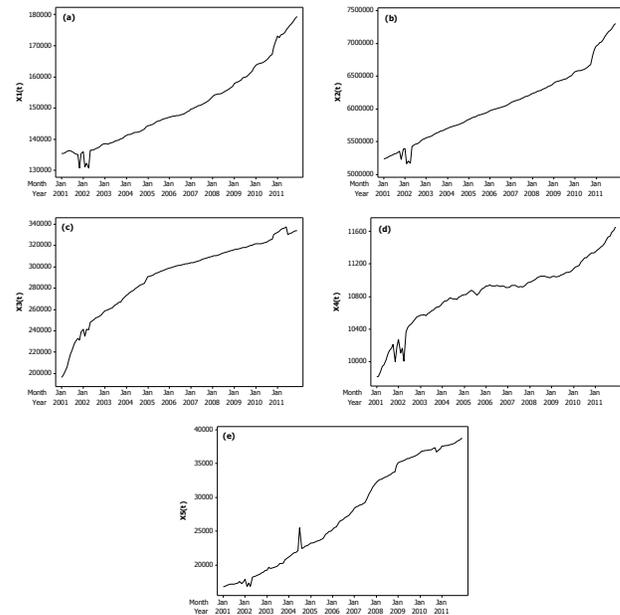
Dari hasil perbandingan kedua model, nilai MAPE(%), dan SMAPE *out-sample* menunjukkan sebagian besar model ARIMAX menghasilkan ramalan yang lebih baik daripada model fungsi transfer. Sebagai alternatif, hasil perbandingan dapat dilihat melalui plot antara data aktual dan ramalan seperti pada Gambar 5.

Peramalan hirarki dengan pendekatan *bottom up* didapatkan hasil yang terbaik dengan menjumlahkan nilai ramalan untuk setiap kelompok dari model ARIMAX dan fungsi transfer (dipilih yang terbaik).

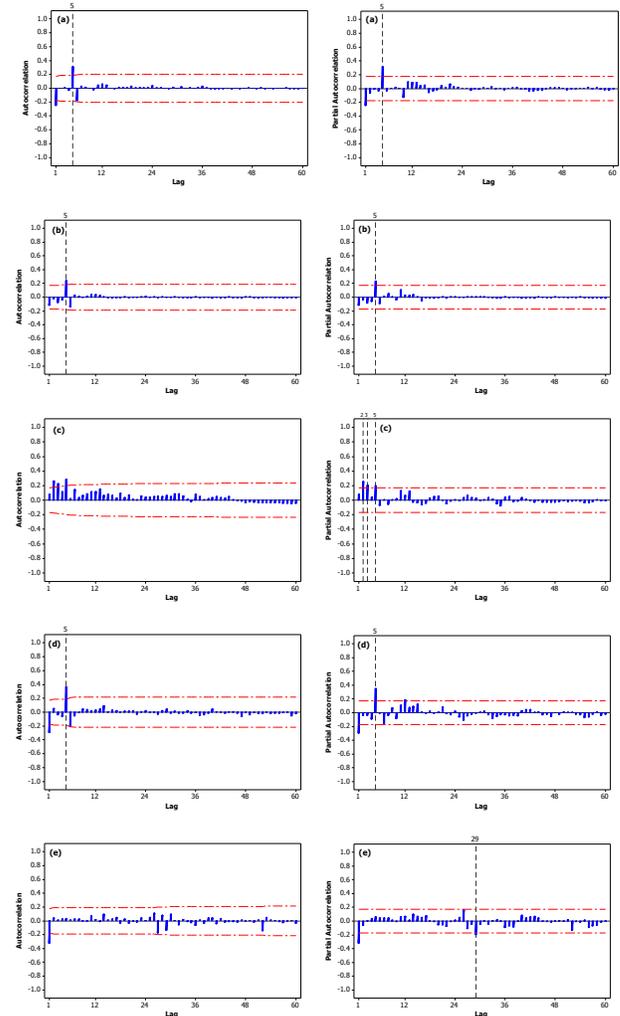
V. KESIMPULAN

Model yang paling sesuai untuk peramalan konsumsi listrik di Jawa Timur pada periode Januari 2013 hingga Desember 2013 untuk kelompok sosial, bisnis, dan industri dengan menggunakan model ARIMAX didapatkan nilai MAPE(%) *out-sample* sebesar 4,50, 2,30, dan 3,63. Sedangkan untuk kelompok rumah tangga dan publik dengan menggunakan model fungsi transfer didapatkan nilai MAPE(%) *out-sample* sebesar 2,20 dan 1,91. Ramalan konsumsi listrik pada periode 2013 untuk setiap kelompok menunjukkan hasil yang masih berada dalam batas selang, artinya nilai ramalan tersebut masih layak digunakan.

Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya tidak selalu beranggapan model peramalan yang rumit selalu menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan model peramalan yang sederhana.



Gambar. 3. Plot *time series* jumlah pelanggan listrik kelompok (a) sosial, (b) rumah tangga, (c) bisnis, (d) industri, dan (e) publik.



Gambar. 4. Plot ACF (gambar kiri) dan PACF (gambar kanan) jumlah pelanggan listrik kelompok (a) sosial, (b) rumah tangga, (c) bisnis, (d) industri, (e) publik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. (2011). “Statistik PLN Distribusi Jawa Timur”. Surabaya.
- [2] Bank Indonesia. (2012). “Kajian Ekonomi Regional Jawa Timur”. Surabaya: Kantor Perwakilan Bank Indonesia Wilayah IV Divisi Kajian Moneter.
- [3] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., and McGee, V.E. (1999). “Metode dan Aplikasi Peramalan” Edisi Kedua [Terjemahan]. Jakarta: Erlangga.
- [4] Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Canada: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

Tabel 2.

Model dugaan ARIMA untuk setiap kelompok data jumlah pelanggan listrik

Kelompok	Model ARIMA
Sosial	$([5],1,0)$
	$(0,1,[5])$
Rumah tangga	$([5],1,0)$
	$(0,1,[5])$
Bisnis	$([2,3,5],1,0)$
Industri	$(0,1,[5])$
	$([1,5],1,0)$
Publik	$([5,11,14],1,1)$

Tabel 3.

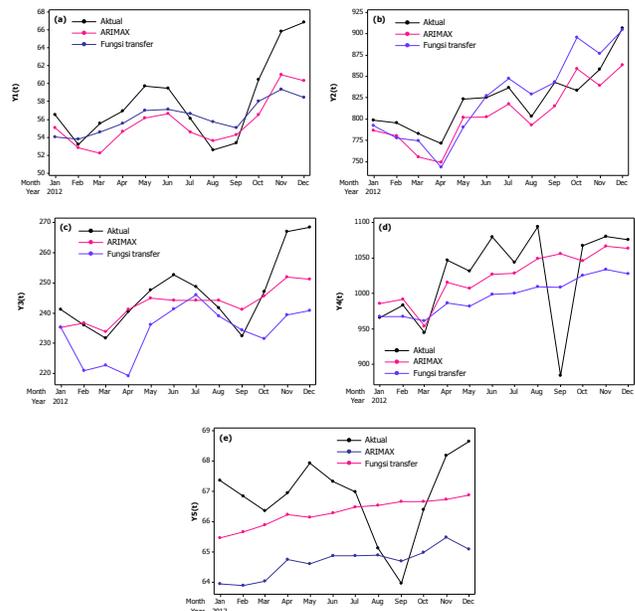
Perbandingan akurasi model ramalan berdasarkan kriteria *out-sample*

Model	Kelompok	RMSE	MAPE (%)	SMAPE
ARIMAX	Sosial	3,237	4,503	4,638
	Rumah Tangga	23,791	2,684	2,717
	Bisnis	7,905	2,303	2,337
	Industri	55,939	3,627	3,507
	Publik	2,496	3,398	3,466
Fungsi Transfer	Sosial	3,596	4,580	4,709
	Rumah Tangga	24,795	2,201	2,186
	Bisnis	15,385	5,047	5,236
	Industri	60,630	5,035	5,061
	Publik	1,441	1,905	1,900

Tabel 4.

Perbandingan akurasi model ramalan total konsumsi berdasarkan kriteria *out-sample*

No	Model	RMSE	MAPE (%)	SMAPE
1	Total Konsumsi	115,860	4,732	4,789
2	Agregat ARIMAX	66,679	2,355	2,357
3	Agregat Fungsi Transfer	74,778	2,807	2,833
4	Agregat Model Terbaik ARIMAX dan Fungsi Transfer	64,369	1,935	1,915



Gambar. 5. Plot *time series* ramalan *out-sample* model ARIMAX dan fungsi transfer jumlah konsumsi listrik kelompok (a) sosial, (b) rumah tangga, (c) bisnis, (d) industri, (e) publik.