

Pemodelan Jumlah Ketersediaan Beras untuk Jawa Timur dengan Pendekatan Fungsi Transfer

Farisma Indrawati B.N dan Brodjol Sutijo

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: brodjol_su@statistika.its.ac.id

Abstrak—Beras merupakan salah satu kebutuhan pangan pokok bagi masyarakat Indonesia. Sebagai salah satu pangan pokok, ketersediaan beras yang aman penting untuk dipenuhi. Pada penelitian ini dibuat model jumlah ketersediaan beras dengan memperhitungkan faktor produksi dan kebutuhan. Ketersediaan beras merupakan hasil pengurangan produksi beras dan kebutuhan beras. Produksi beras berkaitan dengan produksi padi yang merupakan fungsi dari luas panen padi dan produktivitas padi. Luas panen padi didekati dengan model fungsi transfer, sedangkan produktivitas padi didekati dengan model ARIMA *Box-Jenkins*. Kebutuhan beras berkaitan dengan jumlah konsumsi beras yang merupakan fungsi dari jumlah penduduk. Hasil analisis menunjukkan bahwa model fungsi transfer yang terbaik untuk meramalkan luas panen adalah model input ARIMA Musiman $(0,1,1)^3$, $b=1$, $s=[2]$, $r=[3,6]$ dan ARMA $(1,0)$. Model terbaik untuk meramalkan produktivitas padi adalah ARIMA $([3],0,1)$ dengan deteksi efek data *outliers* bertipe *Additive*. Berdasarkan analisis data diketahui bahwa jumlah ketersediaan beras Jawa Timur tahun 2011-2013 menunjukkan surplus sehingga dapat dijadikan pertimbangan bahwa Jawa Timur tidak memerlukan impor beras.

Kata Kunci— Fungsi Transfer, ARIMA, Produksi dan Kebutuhan Beras, Ketersediaan Beras.

I. PENDAHULUAN

BERAS sebagai salah satu bahan pangan pokok memiliki nilai strategis dan mempunyai pengaruh yang besar dalam bidang ekonomi, lingkungan dan sosial politik. Oleh karena itu, ketersediaan beras yang aman menjadi sangat penting untuk mencapai ketahanan pangan yang stabil [1]. Pemenuhan ketersediaan beras diperoleh dari hasil produksi padi dalam negeri yang mengalami proses pengolahan. Data Departemen Pertanian, 2011 [2] menunjukkan produksi padi mengalami peningkatan mulai tahun 2009-2011. Disaat terjadi peningkatan, pemerintah justru melakukan kegiatan impor beras dengan jumlah yang terus meningkat pula seperti tercatat pada data BPS, 2012 [3]. Hal tersebut tentu memiliki dampak negatif terhadap keberadaan beras lokal dan petani lokal [4]. Jika mengacu dari tujuan impor beras yang menjamin pemenuhan kebutuhan beras dalam negeri [10], maka kebutuhan beras merupakan faktor penting yang harus diperhitungkan agar impor beras dapat diminimalisir dan ketersediaan beras yang aman tercapai.

Ketersediaan beras yang aman akan lebih baik dicapai tanpa adanya impor beras [5], dengan memanfaatkan perkembangan

teknologi yang mampu meningkatkan hasil produksi dan upaya diversifikasi pangan. Berdasarkan hal tersebut maka ketersediaan beras perlu untuk dimodelkan dengan memperhitungkan faktor produksi dan kebutuhan didalamnya agar dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam mewujudkan kedaulatan pangan.

Obyek penelitian fokus pada Propinsi Jawa Timur sebagai daerah lumbung padi Indonesia juga memiliki jumlah penduduk yang cukup besar [6] sehingga diharapkan Jawa Timur mampu mencukupi ketersediaan diwilayahnya sendiri bahkan berkontribusi kepada wilayah lain. Pemodelan yang akan digunakan adalah pemodelan *time series*, dengan pendekatan model fungsi transfer. Dimana model ini merupakan gabungan pendekatan regresi dan *time series* ARIMA *Box-Jenkins* sehingga bersifat dinamis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis Time Series

Analisis *time series* adalah analisis dari serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap dan salah satu prosedur statistika untuk meramalkan struktur probabilitas keadaan di masa akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Ciri-ciri dalam pembentukan model *time series* adalah data stasioner terhadap *varians* dan *mean*. Transformasi *Box-Cox* merupakan salah satu alternatif yang umum digunakan untuk menstasionerkan data terhadap *varians*,

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (1)$$

dimana $T(Z_t)$ merupakan serangkaian data $\{Z_t\}$ yang mengalami transformasi dan λ merupakan nilai *rounded value* hasil *Box-Cox* Plot. Sedangkan menstasionerkan data terhadap terhadap *mean* dengan proses *differencing* orde d [15].

$$(1 - B)^d Z_t \quad (2)$$

Serangkaian data $\{Z_t\}$ disebut stasioner bila mempunyai *mean* (3) dan *varians* (4) yang konstan untuk semua waktu t .

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu, \quad (3)$$

$$\text{Var}(Z_t) = E[(Z_t - \mu)^2] = E[(Z_{t+k} - \mu)^2] = \sigma_Z^2, \quad (4)$$

autocovariance pada lag k dinotasikan γ_k

$$\gamma_k = \text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)]. \quad (5)$$

Autocorrelation function (ACF) menunjukkan korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} , dinotasikan ρ_k

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(Z_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}, \quad (6)$$

karena proses stasioner, maka $\text{Var}(Z_t) = \text{Var}(Z_{t+k}) = \sigma_Z^2 = \gamma_0$ pada waktu t adalah sama untuk waktu $t+k$. Sampel *autocorrelation function* dinotasikan $\hat{\rho}_k$, dimana \bar{Z} adalah sampel *mean* dari $\{Z_t\}$ [15].

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0} = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}, k = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

$$\bar{Z} = \sum_{t=1}^n Z_t / n \quad (8)$$

Partial autocorrelation function (PACF) merupakan fungsi yang digunakan untuk mengukur *autocorrelation* antara Z_t dan Z_{t+k} dimana pengaruh dari Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots dan Z_{t+k-1} sudah dihilangkan dapat ditulis sebagai berikut

$$\text{corr}(Z_t, Z_{t+k} | Z_{t+1}, \dots, Z_{t+k-1}), \quad (9)$$

untuk fungsi sampel PACF dinotasikan dengan $\hat{\phi}_{kk}$ [7]

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \hat{\rho}_{k+1} - \frac{\sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j}, \quad (10)$$

$$\hat{\phi}_{k+1,j} = \hat{\phi}_{kj} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k,k+1-j}, j = 1, \dots, k. \quad (11)$$

B. Model Time Series ARIMA

Model ARIMA dituliskan sebagai berikut [7]

$$\phi_p(B)(1-B)^d \dot{Z}_t = \theta_q(B) a_t. \quad (12)$$

Model ARIMA Musiman dinotasikan $(P,D,Q)^s$ dimana s merupakan faktor periode musiman dituliskan sebagai berikut [15]

$$\Phi_P(B^s)(1-B^s)^p \dot{Z}_t = \Theta_Q(B^s) a_t. \quad (13)$$

Model ARIMA multiplikatif $(p,d,q)(P,D,Q)^s$ yaitu memiliki pola musiman dan regular dituliskan sebagai berikut [7]

$$\Phi_P(B^s) \phi_p(B)(1-B)^d (1-B^s)^p \dot{Z}_t = \theta_q(B) \Theta_Q(B^s) a_t \quad (14)$$

Keterangan :

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

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

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

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

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu$$

a_t = error dari model

C. Pembentukan Model Time Series ARIMA

Tahap-tahap dalam pembentukan model ARIMA meliputi

1. Identifikasi model dengan mengamati pola ACF dan PACF data *series* [8].

2. Estimasi Parameter dengan metode *conditional maximum likelihood* dengan fungsi *likelihood* berikut [7].

$$L_n(\phi, \mu, \theta, \sigma_a^2) = (2\pi\sigma_a^2)^{-n/2} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2\right]. \quad (15)$$

3. Pengujian signifikansi parameter model ARIMA dengan statistik uji-t [7].
4. Uji kesesuaian model, dimana model sesuai apabila memenuhi residual *white noise* [7] dan berdistribusi normal [9].
5. Kriteria Kebaikan Model ARIMA

Data *in sample* digunakan kriteria berikut [7]

$$AIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2M \quad (16)$$

$$SBC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + M \ln n \quad (17)$$

M = jumlah parameter yang ditaksir
 n = banyak data *in sample*

Sedangkan untuk data *out sample*

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{l=1}^m (Z_{n+l} - \hat{Z}_n(l))^2}, l = 1, 2, \dots, m \quad (18)$$

$$MAPE = \left(\frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \left| \frac{Z_{n+l} - \hat{Z}_n(l)}{Z_{n+l}} \right| \right) 100\% \quad (19)$$

m = banyak data *out sample* atau *testing*

D. Model Fungsi Transfer

Model Fungsi Transfer adalah suatu model yang menggambarkan nilai prediksi masa depan dari suatu *time series* didasarkan pada nilai-nilai masa lalu *time series* itu sendiri dan satu atau lebih variabel yang berhubungan dengan *output series* tersebut [7]. Bentuk umum persamaan model fungsi transfer *single input* dengan *single output*

$$y_t = v(B)x_t + n_t \quad (20)$$

dimana y_t adalah deret *output* yang *stationer*, x_t adalah deret *input* yang *stationer* dan n_t adalah deret *noise*

$$\text{dengan } v(B) = \frac{\omega_s(B)B^b}{\delta_r(B)} \text{ dan } n_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$$

$$y_t = \frac{\omega_s(B)B^b}{\delta_r(B)} x_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t. \quad (21)$$

Keterangan :

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

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

Tahap-tahap pembentukan model fungsi transfer adalah [7]

Tahap 1 : Identifikasi Model Fungsi Transfer

1. Mempersiapkan deret *input* dan *output* yang *stationer*
2. Penentuan model ARMA untuk deret *input*
3. *Prewhitening* deret *input*

$$\alpha_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} x_t \quad (22)$$

4. *Prewhitening* deret *output*

$$\beta_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} y_t \quad (23)$$

5. Mendeteksi dan mengukur hubungan kekuatan antara α_t dan β_t dengan *Cross Correlation Function*
6. Penetapan (b, s, r) yang menghubungkan deret *input* dan deret *output* [10] :
 - a. Nilai b menyatakan y_t tidak dipengaruhi oleh nilai x_t sampai periode $t+b$, besarnya b adalah lag bobot respon impuls yang pertama tidak berbeda dari nol.
 - b. Nilai s menyatakan berapa lama y_t secara terus-menerus dipengaruhi oleh nilai-nilai baru dari x_t .
 - c. Nilai r menyatakan y_t berkaitan dengan nilai-nilai masa lalunya. $r=0$, bila jumlah bobot respon impuls hanya terdiri dari beberapa lag yang kemudian terpotong, $r=1$, bila bobot respon impuls menunjukkan suatu pola eksponensial menurun, dan $r=2$, bila bobot respon impuls menunjukkan suatu pola eksponensial menurun dan pola sinusoidal.
7. Penaksiran awal deret *noise* (\hat{n}_t)
8. Penentuan model deret *noise* ARMA (p_n, q_n)

Tahap 2 : Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer

Estimasi parameter dengan metode *conditional maximum likelihood* untuk mengestimasi parameter $\delta, \omega, \phi, \theta$ menggunakan fungsi *likelihood* [7]

$$L(\delta, \omega, \phi, \theta, \sigma_a^2 | b, x, y, x_0, y_0, a_0) = (2\pi\sigma_a^2)^{-n/2} * \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2\right] \quad (24)$$

Tahap 3 : Pengujian Signifikansi Parameter Model Fungsi Transfer

Hipotesis dan statistik uji yang digunakan sama seperti pada pengujian signifikansi parameter model ARIMA. Perbedaannya hanya terdapat pada parameter model yang diestimasi [7].

Tahap 4 : Uji Kesesuaian Model Fungsi Transfer

1. Pengujian *crosscorrelation* antara residual model deret *noise* dan deret *input* yang telah mengalami *prewhitening*, jika nilai *crosscorrelation* tidak ada yang melebihi *standart errors* $\pm 2(n-k)^{-1/2}$ maka independen.
2. Pengujian autokorelasi residual model deret *noise* atau disebut juga uji *white noise* dan uji residual model deret *noise* berdistribusi normal.

Tahap 5 : Penggunaan Model Fungsi Transfer untuk Peramalan

Apabila terdapat beberapa model *alternative* dari model fungsi transfer yang sesuai, maka model terbaik pada data *in sample* dipilih berdasarkan kriteria AIC atau SBC. Model terbaik pada data *out sample* dipilih berdasarkan kriteria RMSE atau MAPE [7].

E. Ketersediaan Beras dengan Produksi Padi

Beras merupakan bagian bulir padi yang telah dipisah dari kulit luarnya melalui proses perontokan. Proses perontokan

padi dari malainya memberikan kontribusi cukup besar pada kehilangan hasil padi secara keseluruhan [11].

Persentase kehilangan padi (faktor konversi padi setara beras) untuk skala nasional adalah 63,20%. Persentase jumlah produksi padi yang diolah menjadi beras tidak sama untuk setiap daerah, untuk daerah Jawa Timur adalah 90,63%, perubahan stok padi sebesar 2,46%, pakan sebesar 0,43%, bibit sebesar 0,67%, tercecer 5,27%, dan diolah untuk bahan *non food* sebesar 0,55% [12].

Jumlah produksi padi merupakan hasil perkalian antara luas panen bersih dengan hasil per hektar (produktivitas). Luas panen bersih diperoleh dari perkalian antara luas panen kotor dengan konversi galengan pematang masing-masing kabupaten/propinsi. Luas panen kotor merupakan luas tanaman yang dipungut hasilnya setelah tanaman cukup umur. Produktivitas merupakan penjumlahan dari produktivitas hasil ubinan (2.5m x 2.5m) suatu kabupaten/propinsi dibagi dengan banyak ubinannya [13].

F. Kebutuhan Beras

Kebutuhan beras dihitung dari total jumlah konsumsi beras dan faktor *loses*. Total jumlah konsumsi beras dihitung dari jumlah penduduk dikalikan dengan tingkat konsumsi beras per kapita. Dan faktor *loses* merupakan faktor seperti beras yang digunakan untuk pakan (0,17%), untuk bahan diolah *non food* (0,66%) dan tercecer (2,50%). Persentase kebutuhan beras untuk dikonsumsi adalah 96,67% [12].

Proyeksi jumlah penduduk dapat dilakukan dengan beberapa macam model. Pada penelitian ini digunakan model matematik dengan pendekatan *Geometric rate of growth* karena parameter angka kelahiran, kematian dan migrasi tidak diperhitungkan [14]. Berikut model matematik dengan pendekatan *Geometric rate of growth*.

$$P_n = P_0 (1+r)^n \quad (26)$$

dimana P_n adalah jumlah penduduk pada tahun ke- n , P_0 adalah jumlah penduduk pada tahun awal, r adalah laju pertumbuhan penduduk dan n adalah banyak perubahan tahun.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pertanian, Badan Ketahanan Pangan (BKP) dan beberapa sumber lain. Data tersebut meliputi data jumlah produksi, luas panen, produktivitas dan luas tanam padi di Jawa Timur mulai subround I (Januari-April) tahun 1989 hingga subround III (September-Desember) 2010, data jumlah penduduk Jawa Timur dan data konsumsi beras per kapita Jawa Timur.

A. Tahap I

1. Membagi data produktivitas, luas panen, dan luas tanam menjadi dua bagian sebagai data *in sample* dan *out sample*. Data periode subround mulai tahun 1989-2007 sebagai data *in sample* dan periode subround tahun 2008-2010 sebagai data *out sample*.
2. Peramalan luas panen padi subround I-III tahun 2011-2013 dengan model fungsi transfer dimana luas tanam sebagai variabel *input*.

3. Peramalan produktivitas padi subround I-III tahun 2011-2013 dengan model ARIMA.
4. Peramalan jumlah produksi padi subround I-III tahun 2011-2013 dari hasil perkalian antara ramalan luas panen padi dengan ramalan produktivitas padi.
5. Menghitung persentase jumlah produksi padi untuk diolah menjadi beras sehingga diketahui jumlah produksi beras Jawa Timur tahun 2011-2013

B. Tahap II

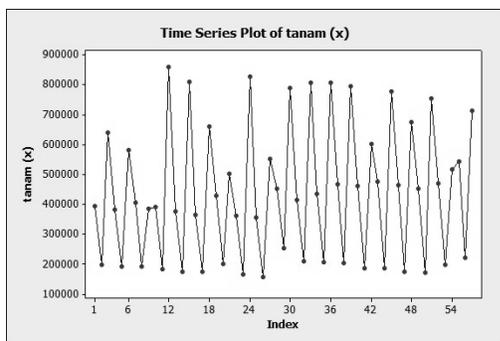
1. Memproyeksikan jumlah penduduk Jawa Timur tahun 2011-2013.
2. Menganalisis data konsumsi beras per kapita Jawa Timur.
3. Meramalkan kebutuhan beras Jawa Timur tahun 2011-2013.
4. Menghitung ketersediaan beras

IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pemodelan Jumlah Produksi Padi Jawa Timur

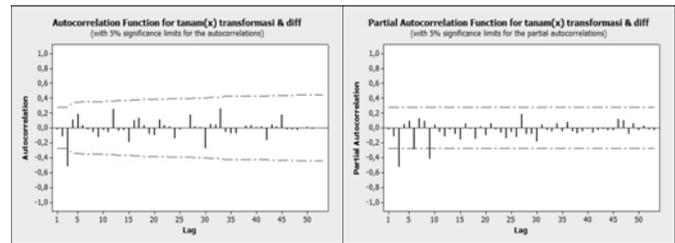
1. Peramalan Luas Panen

Tahap awal pembentukan model fungsi transfer adalah identifikasi model fungsi transfer.



Gambar 1. Time Series Plot Deret Input

Gambar 1 menunjukkan *time series* data *in-sample* deret *input* yaitu luas tanam padi Jawa Timur berpola musiman dengan periode tiga observasi. Hal tersebut sesuai akibat adanya periode subround dalam satu tahun. Luas tanam subround II selalu lebih kecil dibandingkan luas tanam subround I dan III, pola tersebut selalu berulang setiap tahun. *Box-Cox* Plot deret *input* menunjukkan nilai $\lambda = 0,5$ dan *estimate* 0,34. Dari *time series* dan *Box-Cox* plot dapat diketahui bahwa deret *input* belum *stationer* terhadap *varians* maupun *mean*. Dengan demikian, data *in-sample* deret *input* perlu ditransformasi $0,34\sqrt{Z_t}$ dan *differencing* lag 3.



(2a) (2b)

Gambar 2a. ACF Plot Deret Input Kondisi *Stationer*, 2b. PACF Plot Deret Input Kondisi *Stationer*

Identifikasi model dari ACF dan PACF deret *input* yang *stationer* menunjukkan model sesuai adalah ARIMA Musiman $(0,1,1)^3$. Hasil estimasi parameter model menunjukkan bahwa parameter model signifikan dan model layak digunakan. Dengan demikian persamaan model ARIMA Musiman $(0,1,1)^3$ mengacu dari persamaan (13) menjadi

$$X_t^* = X_{t-3}^* + a_t - 0,82011 a_{t-3}$$

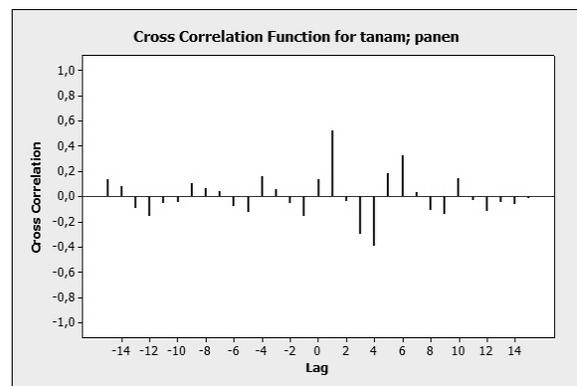
oleh karena model yang terbentuk tidak memiliki *mean* yang konstan, akibatnya model tidak memiliki konstanta dan bila Z_t merupakan data pengamatan yang mengalami transformasi maka dapat disimbolkan X_t^* .

Model variabel *input* selanjutnya digunakan untuk *prewhitening* deret *input* dan deret *output*, tujuannya agar dapat mempertahankan integritas hubungan fungsional. Persamaan matematis hasil *prewhitening* deret *input* dan deret *output* adalah

$$\alpha_t = X_t^* - X_{t-3}^* + 0,82011 a_{t-3}$$

$$\beta_t = Y_t^* - Y_{t-3}^* + 0,82011 \beta_{t-3}$$

Kekuatan hubungan α_t dan β_t dideteksi dengan *Cross Correlation Function*.



Gambar 3. Cross Correlation Function

Pada *cross correlation function* terlihat pola sinusoidal, lag ke-1, 3, 4 dan 6 signifikan sehingga diidentifikasi nilai nilai $b=1$, $s=[2]$ dan $r=[3,6]$. Residual model (deret *noise*) tersebut selanjutnya dibentuk model ARMA (p_n, q_n) . ACF dan PACF plot deret *noise* menunjukkan pola sama yaitu terpotong setelah lag ke-1. Berdasarkan ACF dan PACF plot deret *noise* maka identifikasi model ARMA untuk deret *noise* adalah ARMA (1,0) atau ARMA (0,1).

Guna mengetahui keakuratan model perlu dilakukan *fitting data testing* yaitu data tahun 2008-2010. Kriteria kebaikan model diukur menggunakan RMSE ataupun MAPE. Hasil *fitting data testing* menunjukkan model fungsi transfer $b=1, s=[2], r=[3,6]$ ARMA (1,0) merupakan yang terbaik untuk peramalan luas panen padi periode selanjutnya dengan RMSE sebesar 71361,68 yang menunjukkan besarnya akar rata-rata kesalahan dalam meramalkan luas panen dan MAPE sebesar 5,90% yang menunjukkan persentase kesalahan dalam meramalkan luas panen dengan luas tanam sebagai variabel *input*.

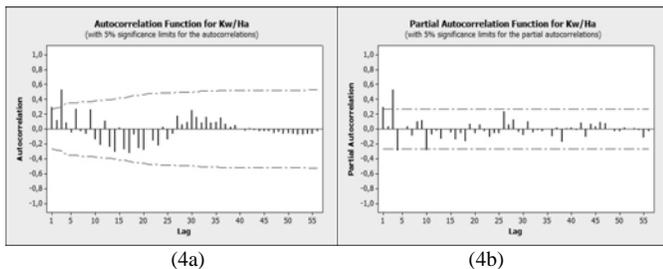
Dengan demikian persamaan model fungsi transfer luas panen padi mengacu dari persamaan (21) menjadi

$$y_t^* = \left(\frac{0,21 - 0,09B^2}{1 + 0,64B^3 + 0,52B^6} \right) x_{t-1}^* + \left(\frac{1}{1 - 0,33B} \right) a_t$$

Dimana deret x_t dan y_t telah mengalami *differencing* lag 3 akibat adanya pola musiman maka $x_t^* = X_t^* - X_{t-3}^*$ dan $y_t^* = Y_t^* - Y_{t-3}^*$.

2. Peramalan Produktivitas Padi

Pembentukan model ARIMA produktivitas diawali dengan memeriksa kestasioneran data terhadap *varians*. *Box-Cox* plot menunjukkan $\lambda = 5,00$ dengan batas atas dan batas bawah yang tidak terbatas. Hal tersebut menyebabkan data tidak perlu dilakukan transformasi.



Gambar 4a. ACF Plot Produktivitas Padi, 4b. PACF Plot Produktivitas Padi

Mengamati pola ACF diketahui bahwa data telah *stationer* terhadap *mean* karena ACF berpola turun cepat secara eksponensial. Sedangkan PACF plot menunjukkan pola terpotong setelah lag ke-1, 3, 4 dan 10.

Berdasarkan pola ACF dan PACF plot diduga model terbaik untuk produktivitas padi adalah ARIMA ([1,3],0,0) atau ARIMA ([3],0,1) atau ARIMA ([1,3],0,1). Hasil estimasi dan uji signifikansi parameter model menunjukkan bahwa parameter model dugaan yang disebutkan telah signifikan namun mengandung data *outliers*.

Deteksi *outliers* dilakukan dengan proses *iterative*. Hasil deteksi *outliers* menunjukkan tipe *outliers* yang terjadi adalah *shift* dan *additive*. Adanya *outliers* menyebabkan model termodifikasi sehingga perlu dilakukan estimasi dan uji kesesuaian ulang. Hasil estimasi dan uji signifikansi parameter model menunjukkan bahwa parameter model termodifikasi telah signifikan, residual *white noise* namun tidak berdistribusi normal.

Guna mengetahui keakuratan model dugaan yang termodifikasi perlu dilakukan *fitting data testing* yaitu data tahun 2008-2010. Kriteria kebaikan model diukur menggunakan RMSE ataupun MAPE. Dari beberapa model dugaan yang ada maka dipilih model dugaan yang terbaik adalah ([3],0,1) dengan *outliers* tipe *additive* pada observasi ke-29. Sebab nilai RMSE nya terkecil yaitu 4,59 yang menunjukkan besarnya akar rata-rata kesalahan dalam meramalkan produktivitas padi dan MAPE sebesar 7,04% yang menunjukkan persentase kesalahan dalam meramalkan produktivitas padi. Persamaan model terbaik untuk data produktivitas padi dituliskan

$$Z_t = \left(\frac{1 + 0,3728B}{1 - 0,9996B^3} \right) a_t - 1,2268I_{a,t}^{(29)}$$

$$\text{dengan } I_{a,t}^T = \begin{cases} 1, & t = 29 \\ 0, & t \neq 29 \end{cases}$$

3. Hasil Ramalan Kebutuhan Beras

Hasil produksi padi tidak semata langsung dipergunakan hanya untuk beras, namun juga untuk keperluan pakan, bibit dan dalam prosesnya selalu ada padi yang tercecer. Berdasarkan hal tersebut maka hasil ramalan produksi beras tahun 2011-2013 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Ramalan Produksi Beras Tahun 2011-2013 (Ton)

Tahun	Produksi Padi	Jumlah Padi		Produksi Beras
		Loses	Beras	
2011	12.553.627	1.177.530	11.377.353	7.190.487
2012	12.489.014	1.171.470	11.318.793	7.153.477
2013	12.329.661	1.156.522	11.174.373	7.062.204

B. Pemodelan Jumlah Kebutuhan Beras

Jumlah penduduk Jawa Timur berdasarkan SP 1990 sebanyak 32.503.991 meningkat menjadi 33.844.002 pada tahun 1995. Hasil SP 2000 jumlah penduduk mencapai 34.783.640 meningkat mencapai 36.481.779 berdasarkan SUPAS 2005. Dan data jumlah penduduk terakhir yang diketahui berdasarkan SP 2010 mencatat angka sebesar 37.476.757. Rata-rata laju pertumbuhan penduduk per tahun yang tertinggi berdasarkan data antar SUPAS dan SP terjadi pada periode tahun 2000-2005 yaitu sebesar 0,96% kemudian menurun pada periode selanjutnya menjadi 0,54%. Model proyeksi yang digunakan dalam hal ini adalah model *geometric rate of growth* dengan persamaan berikut.

$$P_n = 37.476.757 (1 + 0,54\%)^n$$

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan beras pada periode mendatang, maka kebutuhan beras diproyeksikan berdasarkan tingkat konsumsi beras per kapita sebesar 250,2 gram/kap/hari (2010). Angka tersebut digunakan untuk mendukung upaya menekan konsumsi beras per kapita, atau meskipun konsumsi beras per kapita tidak dapat ditekan setidaknya konstan atau sama dengan periode sebelumnya.

Kebutuhan beras tidak hanya meliputi konsumsi beras penduduk melainkan juga untuk pakan ternak, industri makanan dan kehilangan. Berdasarkan neraca bahan makanan Jawa Timur 2007 sebagai tahun dasar acuan maka ramalan kebutuhan beras Jawa Timur tahun 2011 s/d 2013 sesuai proporsi kebutuhan beras untuk konsumsi penduduk dan faktor *loses* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2.

Hasil Ramalan Kebutuhan Beras Jawa Timur Tahun 2011-2013 (Ton)			
Tahun	Konsumsi	Faktor <i>Loses</i>	Total Kebutuhan
2011	3.440.958	118.531	3.559.489
2012	3.469.004	119.497	3.588.501
2013	3.478.194	119.814	3.598.007

C. *Ketersediaan Beras Di Jawa Timur*

Ketersediaan pangan akan beras merupakan selisih produksi beras dan kebutuhan beras. Berdasarkan hasil ramalan produksi beras dan kebutuhan beras maka jumlah ketersediaan beras Jawa Timur tahun 2011-2013 dapat diketahui dan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

Ketersediaan Beras Jawa Timur Tahun 2011-2013 (Ton)			
Tahun	Produksi Beras	Kebutuhan Beras	Status Ketersediaan
2011	7.190.487	3.559.489	Surplus
2012	7.153.477	3.588.501	Surplus
2013	7.062.204	3.598.007	Surplus

Status ketersediaan pangan akan beras di Jawa Timur adalah surplus untuk tahun 2011 s/d 2013. Dari hal tersebut dapat dipertimbangkan bahwa Jawa Timur tidak perlu melakukan impor beras melainkan ada kemungkinan untuk ekspor beras. Ekspor beras dari Jawa Timur tidak selalu ditujukan ke negara lain, akan tetapi bisa ditujukan kepada daerah atau propinsi lain di Indonesia yang mengalami defisit ketersediaan beras. Hal tersebut dilakukan agar kemungkinan mendatangkan beras impor dari negara lain diperkecil, dan mendukung upaya untuk penyerapan beras dalam negeri secara maksimal.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari analisis data adalah

1. Model jumlah produksi padi (P) berasal dari perkalian antara luas panen padi (Y_t) dan produktivitas padi (Z_t).

$$Y_t = Y_{t-3} + \left(\frac{0,20687 - 0,08975B^2}{1 + 0,64555B^3 + 0,52255B^6} \right) (X_t - X_{t-3}) + \left(\frac{1}{1 - 0,32929B} \right) a_t$$

$$Z_t = \left(\frac{1 + 0,3728B}{1 - 0,9996B^3} \right) a_t - 1,2268I_{a,t}^{(29)}$$

Hasil ramalan jumlah produksi padi Jawa Timur mengalami penurunan tahun 2011-2013, akan tetapi masih dapat memenuhi kebutuhan beras dengan asumsi konsumsi beras per kapita sebesar 250,2 gram/kap/hari.

2. Kebutuhan beras (D) dihitung dari penambahan jumlah konsumsi (K) dan faktor *loses* (L).
 $D = K + L$
 Model proyeksi untuk jumlah penduduk (P_n).
 $P_n = 37.476.757 (1+0,54\%)^n$
 $K \text{ (gram/hari)} = 250,2 P_n$
 Persentase beras untuk konsumsi adalah 96,67% dari kebutuhan (D) dan faktor loses adalah 3,33% maka model kebutuhan beras (D)
 $D = 0,9667 D + 0,0333 D$
 Hasil ramalan kebutuhan beras Jawa Timur mengalami peningkatan untuk tahun 2011-2013, akan tetapi peningkatan tersebut masih dapat dicukupi dari hasil peramalan produksi padi.
3. Ketersediaan beras Jawa Timur berdasarkan jumlah produksi dan kebutuhan beras untuk tahun 2011-2013 menunjukkan status ketersediaan surplus dengan angka surplus yang mengalami penurunan setiap tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Abubakar, (2008, Maret, 25). Kebijakan Pangan, Peran Perum Bulog, dan Kesejahteraan Petani. [Online]. Available: http://www.setneg.go.id/index.php?Itemid=192&id=1662&option=com_content&task=view.
- [2] Departemen Pertanian. (2011). Produksi Padi Di Indonesia Menurut Provinsi Tahun 1992-2011 (Ton GKKG). [Online]. Available: http://tanamanpangan.deptan.go.id/doc_upload/PRODUKSI%20PADI%201992-2011.pdf.
- [3] Badan Pusat Statistik, *Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi*, edisi 20. Jakarta: Badan Pusat Statistik (2012).
- [4] R. S. Astutik, R.S. (2011, November, 25). Petani Tolak Impor Beras. Volume Regional (Pangan). [Online]. Available: <http://regional.kompas.com/read/2011/11/25/17122577/Petani.Tolak.Ber.as.Impor>.
- [5] D. H. Darwanto, "Ketahanan Pangan Berbasis Produksi Dan Kesejahteraan Petani," *Jurnal Ilmu Pertanian*, Vol. 12, No.2 (2005) 152-164.
- [6] Badan Pusat Statistik. (2009). *Population of Indonesia by Province 1971, 1980, 1990, 1995, 2000 and 2010*. Volume Populasi. [Online]. Available:http://dds.bps.go.id/eng/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=12¬ab=1.
- [7] W. W. S. Wei, *Time series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. New York: Pearson education, Inc (2006).
- [8] G. E. P. Box, G. M. Jenkins, dan G. C. Reissel, *Time Series Analysis Forecasting and Control (edisi ketiga)*, Englewood Cliffs : Prentice Hall (1994).
- [9] W. W. Daniel, *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta : PT. Gramedia (1989).
- [10] S. Makridakis, S. C. Wheelwright, dan V. E. McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi kedua*. Jakarta: Binurapa Aksara (1999).
- [11] Agus Setyono, *Teknologi Penanganan Pascapanen Padi*. Sukamandi: Balai Penelitian Tanaman Padi (2006).
- [12] Badan Ketahanan Pangan dan Dinas Pertanian Propinsi Jawa Timur. (2007). Neraca Bahan Makanan Propinsi Jawa Timur Tahun 2007. [Online]. Available: <http://www.bkpjatim.com/sipt/index.php/basis-data-pangan/category/1-neraca-bahan-makanan.html>.
- [13] Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan dan BPS, *Pedoman Pengumpulan Data Tanaman Pangan dan Hortikultura*, Jakarta: Badan Pusat Statistik (2003).
- [14] Badan Pusat Statistik. (2009). Proyeksi Penduduk. [Online]. Available: http://daps.bps.go.id/file_artikel/73/proyeksi%20penduduk.pdf.