

PENDEKATAN MODEL FUNGSI TRANSFER *MULTI INPUT* UNTUK ANALISIS HUBUNGAN ANTARA LUAS PANEN DAN LUAS TAMBAH TANAM DENGAN PRODUKSI BAWANG MERAH DI JAWA TENGAH

Yunisa Ratna Resti¹, Abdul Hoyyi², Rita Rahmawati³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Undip

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Undip

restiyunisa@gmail.com¹, hoyyistat@gmail.com², ritarahmawati@gmail.com³

ABSTRACT

Onion is one of horticulture commodity which is consumed by many Indonesians with Central Java as its largest producer. The consumer's need of onion keeps raising but, unfortunately, its number in the marketplace is limited. The onion supply depend on onion's production which is affected by some factors, such as the land condition from the beginning when cultivation is started until the harvesting come such as area of harvesting and area of additional cultivation. So that onion's production modeling which influenced by significant factors is needed to predict the crops volume in the future. Data which is used to production modeling are data of onion's production in Jawa Tengah, these data is written by Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Jawa Tengah in every month. This research use multiple input transfer function model, which is an integration of ARIMA and regression model. This research aimed at modelling output series of onion production using two input series, i.e. area of harvesting and area of additional cultivation, from January 2004 to November 2014. The result showed that there is a significant correlation between area of harvesting and onion production, starting from lag $t=0$ during two periods, as well as area of additional cultivation toward the production from lag $t=0$. This multiple input transfer function method resulted in AIC valued at 3088.484.

Keywords: Multiple Input Transfer Function, Onion

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara pertanian yang terletak di daerah tropis dengan wilayah cukup luas dan memiliki variasi agroklimat. Melihat kondisi ini, Indonesia menjadi daerah potensial bagi pengembangan hortikultura. Bawang merah merupakan salah satu produk komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Konsumsi bawang merah tidak dalam jumlah yang besar tetapi digunakan setiap hari oleh masyarakat Indonesia sebagai bumbu masakan, bahkan sekarang penggunaannya sudah memasuki bisnis restoran dan industri makanan untuk diolah menjadi bawang goreng.

Kebutuhan konsumen bawang merah yang terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk ini berbeda kondisi dengan jumlah pasokan bawang merah di pasaran. Hal ini terjadi karena pasokan bawang merah yang berasal dari hasil panen petani lokal memiliki volume fluktuatif yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi lahan, cuaca, hama tanaman, pencahayaan, pengairan, dan sebagainya. Jika kebutuhan bawang merah tidak dapat terpenuhi oleh pasokan yang ada, maka akan terjadi kelangkaan yang berimbas pada kenaikan harga.

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura, Jawa Tengah merupakan produsen bawang merah terbesar di Indonesia. Hasil produksi bawang merah di Jawa Tengah dicatat setiap bulan beserta faktor-faktor yang berkaitan dengan budidaya tanaman. Beberapa faktor yang signifikan mempengaruhi hasil produksi dapat menjadi parameter dalam memprediksi volume produksi di waktu yang akan datang.

Untuk mendapatkan nilai prediksi produksi bawang merah diperlukan suatu model untuk mengestimasi produksi bawang merah di waktu yang akan datang berdasarkan

faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan. Untuk memperoleh nilai prediksi dari data yang memiliki hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel respon dengan jenis data runtun waktu, maka digunakan analisis model fungsi transfer yang merupakan integrasi dari model ARIMA dan model regresi.

1.2 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan model fungsi transfer *multi input* terbaik.
2. Menghitung prediksi produksi bawang merah pada bulan Desember 2014 sampai dengan Mei 2015 di Jawa Tengah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Runtun Waktu

Runtun waktu terdiri dari sekumpulan observasi yang berurutan dalam waktu. Data runtun waktu mendeskripsikan kondisi di masa lalu (Wei, 2006). Analisis runtun waktu memerlukan asumsi stasioneritas yaitu jika suatu proses runtun waktu $\{Z_t, t \in T\}$ dengan $T = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ memenuhi persyaratan yaitu:

- a. $E(|Z_t|^2) < \infty, \forall t \in T$
- b. $E(Z_t) = \text{konstan dan independen}, \forall t \in T$
- c. $\text{Cov}(Z_t, Z_s) = \text{Cov}(Z_{t+h}, Z_{s+h}), \forall t, s, h \in T$

Stasioner terbagi menjadi dua yaitu stasioner dalam *mean* (rata-rata) jika data berfluktuasi di sekitar nilai tengah dan stasioner dalam varian (ragam). Suatu data runtun waktu dikatakan stasioner dalam *mean* jika data berfluktuasi di sekitar nilai tengah. Pengujian secara formal stasioner dalam *mean* yaitu dengan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Jika data tidak stasioner dalam *mean*, maka perlu dilakukan proses diferensiasi orde ke-d yang dituliskan dalam persamaan berikut:

$$W_t = (1 - B)^d Z_t, d = 1, 2, \dots, n$$

Suatu deret runtun waktu dikatakan stasioner dalam varian jika deret tersebut berfluktuasi dalam varian yang konstan atau simpangan data tidak terlalu besar. Pengujian kestasioneran dalam varian dapat menggunakan Uji Bartlett. Jika data tidak stasioner dalam varian maka dapat dilakukan transformasi *Box-Cox*. Bentuk transformasi *Box-Cox* secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln(Z_t), & \lambda = 0 \end{cases}$$

2.2 Fungsi Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial

Fungsi autokorelasi pada *lag* k merupakan kovarian dan korelasi antar deret pengamatan pada Z_t sampai dengan Z_{t-k} yang didefinisikan sebagai:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\text{cov}(Z_t, Z_{t-k})}{\sqrt{\text{var}(Z_t) \cdot \text{var}(Z_{t-k})}} = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0}$$

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) untuk suatu proses stasioner Z_t dinotasikan sebagai ϕ_{kk} untuk $k = 1, 2, \dots$. PACF digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara Z_t dan Z_{t-k} .

Berikut bentuk persamaan untuk PACF:

$$\phi_{kk} = \frac{|\rho_k^*|}{|\rho_k|}$$

dengan ρ_k = matriks autokorelasi

ρ_k^* = matriks autokorelasi dengan kolom terakhir diganti dengan:

$$\begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \rho_k \end{bmatrix}$$

2.3 Model Runtun Waktu

2.3.1 Proses Autoregresif (AR) Orde p

Suatu proses autoregresif (AR) orde ke- p dibentuk sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

keterangan:

ϕ_j = parameter autoregresif ke- j

a_t = nilai residual pada saat ke- t

2.3.2 Proses *Moving Average* (MA) Orde q

Suatu proses *Moving Average* (MA) orde ke- q dibentuk sebagai berikut:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

2.3.3 Proses ARMA Orde (p,q)

Model umum untuk proses campuran ARMA orde (p,q) adalah sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

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

2.3.4 Proses ARIMA Orde (p,d,q)

Proses ARIMA (p,d,q) merupakan proses runtun waktu nonstasioner yang diambil selisih orde ke d sehingga menjadi runtun waktu yang stasioner.

Model umum untuk proses ARIMA (p,d,q) adalah sebagai berikut:

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

2.4 Asumsi Pemodelan ARIMA (p,d,q)

Dalam pemodelan ARIMA terdapat asumsi yaitu residual bersifat *white noise* yang harus dipenuhi yaitu:

1. Residual model bersifat independen.
2. Residual mengikuti distribusi normal dengan $\mu=0$ dan varian $\sigma_{a_t}^2$ konstan.

2.5 Model Fungsi Transfer *Multi Input*

Fungsi transfer merupakan model ARIMA yang melibatkan dua variabel atau lebih yang terdiri dari variabel *output* Y_t , variabel *input* X_t , dan *input-input* lain yang disebut residual N_t dimana antar variabel-variabel tersebut memiliki hubungan kausalitas.

Model fungsi transfer *multi input* menggunakan variabel deret *input* lebih dari satu, sehingga diperoleh model berikut:

$$y_t = \sum_{j=1}^k v(B) x_{j,t} + n_t$$

$$y_t = \sum_{j=1}^k [\delta_j(B)]^{-1} \omega_j(B) x_{j,t-b} + [\phi(B)]^{-1} \theta(B) a_t, \quad y_t \geq 0$$

keterangan:

$\omega(B)$ = $\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_j B^s$ merupakan operator *moving average* orde s_j untuk variable ke- j

$\delta(B)$ = $1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_j B^r$ merupakan operator autoregresi orde r_j untuk variable ke- j

y_t = nilai Y yang sudah stasioner

$x_{j,t}$ = nilai X yang sudah stasioner untuk variabel ke- j

a_t = nilai residual random

k = banyaknya variabel *input*

2.6 Tahap Pembentukan Model Fungsi Transfer

2.6.1 Identifikasi Bentuk Model

- a. Mempersiapkan Deret *Input* dan *Output*

Pada tahap ini dilakukan uji stasioneritas pada data *input* dan *output*.

- b. Pemutihan Deret *Input*

Proses pemutihan deret x_t dapat dilakukan dengan memindahkan suku-suku pada model proses *autoregressive* dan *moving average* menjadi persamaan berikut:

$$\frac{\phi_{p(x)}(B)}{\theta_{q(x)}(B)} x_t = \alpha_t$$

- c. Pemutihan Deret *Output*

Deret y_t yang telah diputihkan disimbolkan dengan β_t sehingga diperoleh persamaan:

$$\frac{\phi_{p(x)}(B)}{\theta_{q(x)}(B)} y_t = \beta_t$$

- d. Perhitungan Korelasi Silang (*Cross Correlation*) dan Autokorelasi untuk Deret *Input* dan *Output* yang Sudah Diputihkan

Nilai korelasi silang antara deret *input* dan *output* yang sudah diputihkan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm \dots$$

- e. Penetapan (b,r,s) untuk Model Fungsi Transfer yang Menghubungkan Deret *Input* ke Deret *Output*

Tiga parameter kunci di dalam model fungsi transfer adalah (b,r,s) dimana b menunjukkan keterlambatan pengaruh deret *input*, r sebagai derajat fungsi $\delta(B)$ yang menunjukkan seberapa lama deret *output* waktu ke-t dipengaruhi oleh deret *output* pada waktu t-k, dan s sebagai derajat fungsi $\omega(B)$ yang menunjukkan seberapa lama deret *output* dipengaruhi oleh deret *input*.

2.6.2 Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer dengan Metode *Conditional Least Square*

Model fungsi transfer sementara yang terbentuk berdasarkan nilai (b,r,s) mempunyai beberapa parameter yang harus diestimasi secara efisien dan simultan yaitu b, δ, ω, ϕ , dan θ .

$$y_t = \delta^{-1}(B)\omega(B)x_{t-b} + n_t$$

dengan $y_t = \nabla^d Y_t$, $x_t = \nabla^d X_t$, $n_t = \nabla^d N_t$ merupakan proses stasioner. Jika diberikan suatu nilai awal dari suatu runtun waktu x_0, y_0, a_0 yang akan digunakan untuk mengestimasi parameter dari δ, ω, ϕ , dan θ .

Jika a_t mengikuti distribusi $N(0, \sigma_a^2)$ maka fungsi likelihood bersyarat dari a_t yaitu:

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

untuk $t = 1, 2, \dots, n$ sehingga nilai dari parameter-parameter tersebut dapat diestimasi menggunakan pendekatan maksimum *likelihood* yang dilakukan dengan cara meminimalkan fungsi jumlah kuadrat bersyarat (*conditional least square*) yaitu:

$$S_0(b, \delta, \omega, \phi, \theta) = \sum_{t=1}^n a_t^2(b, \delta, \omega, \phi, \theta | x_0, y_0, a_0)$$

2.6.3 Diagnostik Model Fungsi Transfer

- a. Pengujian Autokorelasi untuk Nilai Residual Akhir a_t dari Model Fungsi Transfer

Pengujian ini menggunakan uji Ljung-Box dengan statistik uji Ljung-Box:

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^K (n - k)^{-1} \hat{\rho}_k^2$$

- b. Pengujian Korelasi Silang antara Nilai Residual Model Fungsi Transfer dengan Deret *Input* yang Sudah Diputihkan

Pengujian secara formal menggunakan uji Ljung-Box dengan statistik uji Ljung-Box:

$$Q = m(m + 2) \sum_{k=0}^K (m - k)^{-1} \hat{\rho}_{xy}^2(k) \quad (\text{Wei, 2006})$$

$$m = n - t_0 + 1$$

dengan

t_0 = jumlah parameter model

- c. Pengujian Heteroskedastisitas Residual (Efek ARCH-GARCH)

Uji heteroskedastisitas untuk residual dilakukan menggunakan uji *Lagrange Multiplier (LM)* dengan statistik uji:

$$LM = (n - s)R^2$$

s : orde

R^2 : koefisien determinasi dari model AR menggunakan data residual model yang dikuadratkan ($\hat{\eta}_t^2$)

2.6.4 Penggunaan Model Fungsi Transfer untuk Peramalan

Nilai peramalan variabel *output* untuk beberapa periode yang akan datang dapat dicari menggunakan model fungsi transfer terbaik.

2.7 Bawang Merah

Bawang merah (*Allium ascalonicum L*) merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura jenis sayuran. Bawang merah mempunyai kandungan gizi dan enzim yang berfungsi untuk meningkatkan dan mempertahankan kesehatan tubuh serta memiliki aroma khas yang digunakan untuk penyedap masakan.

2.8 Produksi Bawang Merah

Produksi bawang merah merupakan *output* dari kegiatan budidaya tanaman bawang merah dengan memperhatikan standar operasional prosedur dari proses pemilihan bibit hingga distribusi hasil panen untuk mendapatkan keuntungan yang optimal.

2.9 Luas Panen dan Luas Tambah Tanam Bawang Merah

Luas panen adalah jumlah areal lahan yang dapat memproduksi bawang merah setiap periode panen. Sedangkan luas penanaman baru atau luas tambah lahan tanam adalah luas area tanaman yang ditanam sebagai tanaman baru pada bulan laporan, baik penanaman yang bersifat normal maupun penanaman yang dilakukan untuk mengganti tanaman yang dimusnahkan karena terserang hama **atau sebab lainnya**.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari website resmi Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Tengah.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu produksi bawang merah sebagai variabel *output* (Y), luas panen sebagai variabel *input* (X_1), dan luas tambah tanam sebagai variabel *input* (X_2). Semua variabel adalah data runtun waktu $Z_t, t=1, 2, \dots, n$.

3.3 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data runtun waktu data produksi, luas panen, dan luas tambah tanam bulanan pada rentang waktu bulan Januari 2004-bulan November 2014.
2. Mengidentifikasi bentuk model fungsi transfer melalui tahapan sebagai berikut:
 - a. Mempersiapkan deret *input* dan *output*.
 - b. Melakukan pemutihan pada deret *input* dan deret *output*.
 - c. Menghitung korelasi silang (*cross correlation*) dan autokorelasi untuk deret *input* dan *output* yang sudah diputihkan.
 - d. Menetapkan (b,r,s) untuk model fungsi transfer yang menghubungkan deret *input* ke deret *output*.
3. Melakukan pemodelan dan mengestimasi nilai parameter-parameter model fungsi transfer menggunakan *Conditional Least Square*.
4. Melakukan diagnostik pada model fungsi transfer yang terdiri dari:
 - a. Menguji autokorelasi untuk nilai sisa model (b,r,s) yang menghubungkan deret *input* dan *output*.
 - b. Menguji korelasi silang antara nilai residual dengan deret input yang sudah diputihkan.
 - c. Melakukan uji efek ARCH-GARCH pada residual model fungsi transfer.
5. Memprediksi nilai produksi untuk periode bulan Desember 2014 sampai dengan Mei 2015 menggunakan model fungsi transfer yang sudah terbentuk.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

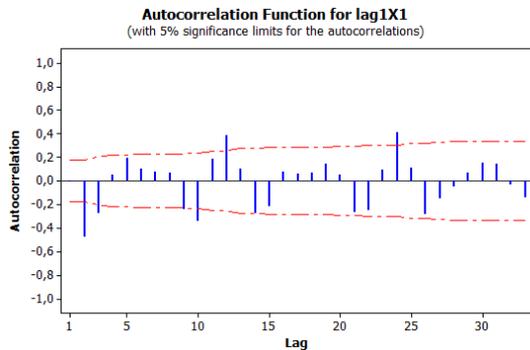
4.1 Pengujian Stasioneritas pada Deret *Input* dan Deret *Output*

Pada data deret *output* produksi bawang merah, deret *input* luas panen, dan deret *input* luas tambah tanam secara visual dan uji Augmented Dickey-Fuller tidak stasioner dalam *mean* sehingga dilakukan diferensi pada *lag* ke-1 dan diperoleh nilai *p-value* masing-masing deret yaitu 0,0000 sehingga dapat disimpulkan bahwa data stasioner dalam *mean*. Pada uji stasioneritas dalam varian, secara visual pada plot runtun waktu untuk ketiga deret tersebut membentuk simpangan yang stabil dan secara formal menggunakan uji Bartlett nilai *p-value* produksi bawang merah yaitu 0,191; luas panen yaitu 0,709 dan luas tambah tanam yaitu 0,086. Nilai *p-value* tersebut $> \alpha = 5\%$ sehingga dapat disimpulkan data ketiga deret tersebut stasioner dalam varian.

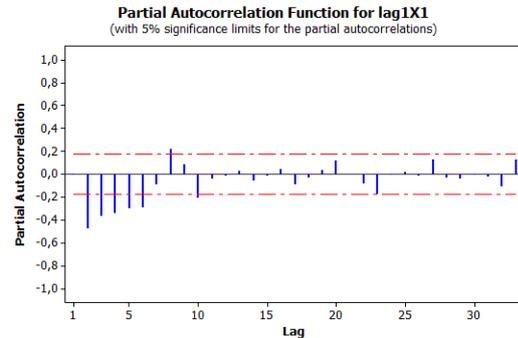
4.2 Identifikasi Proses ARIMA

Penentuan model ARIMA untuk masing-masing variabel *input* dapat menggunakan plot ACF dan PACF sebagai berikut:

a. Data Luas Panen Bawang Merah



Gambar 1 Plot ACF Luas Panen

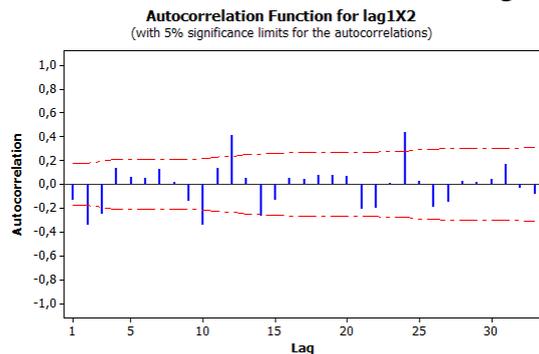


Gambar 2 Plot PACF Luas Panen

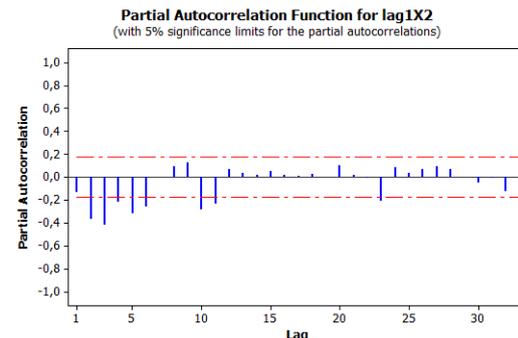
Berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 1 dan Gambar 2 diperoleh bentuk model ARIMA (0,1,2) dengan persamaan:

$$x_{1t} = (1 - 0,3925B - 0,6026B^2)a_t$$

b. Data Luas Tambah Tanam Bawang Merah



Gambar 3 Plot ACF Luas Tambah Tanam



Gambar 4 Plot PACF Luas Tambah Tanam

Berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 3 dan Gambar 4 diperoleh bentuk model ARIMA (0,1,2) dengan persamaan:

$$x_{2t} = (1 - 0,5934B - 0,3753B^2)a_t$$

4.3 Pemutihan Deret *Input* dan *Output*

4.3.1 Pemutihan Deret *Input* Luas Panen

Proses pemutihan dilakukan dengan mengkonversikan deret $(x_1)_t$ menjadi deret $(\alpha_1)_t$ sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$(\alpha_1)_t = (x_1)_t + 0,3925(\alpha_1)_{t-1} + 0,6026(\alpha_1)_{t-2} \quad (1)$$

4.3.2 Pemutihan Deret *Input* Luas Tambah Tanam

Proses pemutihan dilakukan dengan mengkonversikan deret $(x_2)_t$ menjadi deret $(\alpha_2)_t$ sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$(\alpha_2)_t = (x_2)_t + 0,5934(\alpha_2)_{t-1} + 0,3753(\alpha_2)_{t-2} \quad (2)$$

4.3.3 Pemutihan Deret *Output* Produksi Bawang Merah

Bentuk persamaan pemutihan deret *output* yang mengikuti model persamaan (1)

untuk deret *input* luas panen adalah sebagai berikut:

$$(\beta_1)_t = y_t + 0,3925(\beta_1)_{t-1} + 0,6026(\beta_1)_{t-2}$$

Sedangkan bentuk persamaan pemutihan deret *output* yang mengikuti model persamaan (2) untuk deret *input* luas tambah tanam adalah sebagai berikut:

$$(\beta_2)_t = y_t + 0,5934(\beta_2)_{t-1} + 0,3753(\beta_2)_{t-2}$$

4.4 Perhitungan Korelasi Silang untuk Deret *Input* dan *Output* yang Sudah Diputihkan

Pembentukan model awal fungsi transfer diawali dengan tahap perhitungan korelasi silang antara variabel deret *input* luas panen dan luas tambah tanam yang sudah diputihkan dengan deret *output* produksi bawang merah yang sudah diputihkan.

4.5 Penetapan (b,r,s) untuk Model Fungsi Transfer *Multi Input*

Hasil identifikasi nilai (b,r,s) untuk kedua deret *input* terhadap deret *output* dengan mencoba memodelkan kombinasi nilai (b,r,s) tersebut agar mendapatkan model fungsi transfer terbaik dapat dilihat Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Identifikasi Nilai (b,r,s)

(b,r,s) dari Deret <i>Input</i> x_1	(b,r,s) dari Deret <i>Input</i> x_2	AIC	Semua Parameter Model Signifikan
0,0,0	0,0,0	3142,830	ya
0,0,2	0,0,0	3088,484	ya
0,2,0	0,2,1	3083,386	ya
0,0,2	0,2,1	3083,189	ya
0,0,0	0,2,2	3088,296	ya
0,2,0	0,2,2	3083,202	ya

Berdasarkan Tabel 1 kombinasi nilai (b,r,s) yang terbaik untuk memodelkan fungsi transfer *multi input* yaitu (0,0,2) untuk deret *input* x_1 dan (0,0,0) untuk deret *input* x_2 . Berikut adalah persamaan model awal fungsi transfer *multi input*:

$$y_t = (\omega_0 - \omega_2 B^2)(x_1)_t + \omega_0(x_2)_t + n_t$$

4.6 Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer *Multi Input*

Tahap selanjutnya yaitu menghitung nilai estimasi parameter dari model fungsi transfer *multi input* yang terbentuk dengan metode *Conditional Least Square* (CLS). Kemudian dilakukan uji signifikansi parameter terhadap model fungsi transfer yang terbentuk dan dapat disimpulkan parameter θ_1 , $\omega_{1,0}$, $\omega_{1,2}$ dan $\omega_{2,0}$ signifikan terhadap model fungsi transfer. Sehingga diperoleh model akhir fungsi transfer *multi input* berikut:

$$y_t = (108,23243 - 0,05176B^2)(x_1)_t - 5,26815(x_2)_t + (1 - 0,89853B)a_t$$

dengan

y_t : produksi bawang merah pada waktu ke-t

$(x_1)_t$: luas panen bawang merah pada waktu ke-t

$(x_2)_t$: luas tambah tanam bawang merah pada waktu ke-t

a_t : residual model fungsi transfer *multi input*

4.7 Dignostik Model Fungsi Transfer

4.7.1 Pengujian Autokorelasi untuk Nilai Residual Akhir a_t

Tabel 2 Nilai Pemeriksaan Autokorelasi Residual Model Fungsi Transfer
Multi Input

Lag	χ^2	DF	P-value	Nilai Autokorelasi Residual (ρ_k)					
1-6	4,81	5	0,4392	0,105 (ρ_1)	-0,058 (ρ_2)	-0,101 (ρ_3)	0,068 (ρ_4)	0,051 (ρ_5)	-0,066 (ρ_6)
7-12	10,57	11	0,4803	0,056 (ρ_7)	-0,078 (ρ_8)	-0,072 (ρ_9)	-0,038 (ρ_{10})	0,158 (ρ_{11})	0,013 (ρ_{12})
13-18	12,40	17	0,7755	0,037 (ρ_{13})	0,020 (ρ_{14})	-0,053 (ρ_{15})	-0,035 (ρ_{16})	-0,077 (ρ_{17})	0,023 (ρ_{18})
19-24	25,04	23	0,3484	0,014 (ρ_{19})	-0,138 (ρ_{20})	-0,104 (ρ_{21})	-0,086 (ρ_{22})	0,077 (ρ_{23})	0,192 (ρ_{24})

Berdasarkan Tabel 2, jika diambil $\alpha = 5\%$ nilai p-value lebih besar dari $\alpha = 5\%$. Maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai residual akhir a_t dari model bersifat *white noise*.

4.7.2 Pengujian Korelasi Silang antara Nilai Residual Model dengan Deret *Input Luas Panen yang Diputihkan*

Hasil dari perhitungan statistik uji Ljung-Box yang dihitung berdasarkan nilai korelasi silang dapat dilihat pada Tabel 3. Jika diambil $\alpha = 5\%$ nilai p-value lebih besar dari $\alpha = 5\%$ sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai residual akhir (a_t) dan deret *input luas panen* (α_{1t}) bersifat independen.

Tabel 3 Nilai Pemeriksaan Korelasi Silang Residual Model Fungsi Transfer
Multi Input untuk Variabel Luas Panen

Lag	χ^2	DF	P-value	Nilai Korelasi Silang (ρ_k)					
0-5	1,63	4	0,8030	-0,024 (ρ_0)	0,036 (ρ_1)	-0,068 (ρ_2)	0,062 (ρ_3)	-0,040 (ρ_4)	0,028 (ρ_5)
6-11	2,87	10	0,9842	-0,068 (ρ_6)	-0,016 (ρ_7)	-0,022 (ρ_8)	-0,041 (ρ_9)	-0,048 (ρ_{10})	-0,021 (ρ_{11})
12-17	5,25	16	0,9943	0,082 (ρ_{12})	-0,063 (ρ_{13})	-0,022 (ρ_{14})	-0,058 (ρ_{15})	-0,057 (ρ_{16})	-0,030 (ρ_{17})
18-23	6,62	22	0,9993	-0,009 (ρ_{18})	0,020 (ρ_{19})	0,011 (ρ_{20})	-0,060 (ρ_{21})	-0,068 (ρ_{22})	0,044 (ρ_{23})

4.7.3 Pengujian Korelasi Silang antara Nilai Residual Model dengan Deret *Input Luas Tambah Tanam yang Diputihkan*

Berikut hasil dari perhitungan statistik uji Ljung-Box yang dihitung berdasarkan nilai korelasi silang:

Tabel 4 Nilai Pemeriksaan Korelasi Silang Residual Model Fungsi Transfer
Multi Input untuk Variabel Luas Tambah Tanam

Lag	χ^2	DF	P-value	Nilai Korelasi Silang (ρ_k)					
0-5	2,86	5	0,7222	0,034 (ρ_0)	-0,068 (ρ_1)	0,030 (ρ_2)	0,037 (ρ_3)	-0,027 (ρ_4)	0,116 (ρ_5)
6-11	5,08	11	0,9274	-0,051 (ρ_6)	0,098 (ρ_7)	0,033 (ρ_8)	0,021 (ρ_9)	-0,041 (ρ_{10})	-0,044 (ρ_{11})
12-17	6,81	17	0,9859	-0,025 (ρ_{12})	0,090 (ρ_{13})	0,023 (ρ_{14})	-0,060 (ρ_{15})	0,010 (ρ_{16})	-0,023 (ρ_{17})
18-23	9,39	23	0,9945	0,036 (ρ_{18})	-0,006 (ρ_{19})	0,061 (ρ_{20})	0,008 (ρ_{21})	0,044 (ρ_{22})	-0,114 (ρ_{23})

Jika diambil $\alpha = 5\%$ nilai p-value lebih besar dari $\alpha = 5\%$. Maka H_0 diterima sehingga dapat

disimpulkan bahwa nilai residual akhir (a_t) dan deret *input* luas tambah tanam (α_{2t}) bersifat independen.

4.7.4 Uji *Langrange Multiplier* (LM) untuk Pengujian Heteroskedastisitas Residual

Pada uji LM jika diambil $\alpha=5\%$ maka nilai *p-value* untuk semua order lebih besar dari $\alpha=5\%$. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat proses ARCH-GARCH pada residual model fungsi transfer *multi input*.

4.8 Penggunaan Model Fungsi Transfer *Multi Input* untuk Peramalan

Peramalan nilai produksi bawang merah selama 6 bulan ke depan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Nilai Peramalan Produksi Bawang Merah dengan Model Fungsi Transfer

Periode	Peramalan
Desember 2014	322563,2
Januari 2015	364393,8
Februari 2015	367782,0
Maret 2015	369634,8
April 2015	369810,2
Mei 2015	369906,1

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan yaitu hubungan antara luas panen dan luas tambah tanam dengan produksi bawang merah dapat didekati dengan model fungsi transfer *multi input* dimana model fungsi transfer terbaik yaitu:

$$y_t = (108,23243 - 0,05176B^2)(x_1)_t - 5,26815(x_2)_t + (1 - 0,89853B)a_t$$

Dari model fungsi transfer *multi input* terbaik diperoleh hasil peramalan produksi bawang merah selama enam periode ke depan yaitu bulan Desember 2014 sampai dengan bulan Mei 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., dan Reinsel, G.C. 1994. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.
- Departemen Pertanian. 2004. *Tanaman Pangan*. diperoleh 17 Februari 2015 dari http://gis.deptan.go.id/pusdatin/statistik/ut_tp.html.
- Ekaputri, N. 2008. *Pengaruh Luas Panen terhadap Produksi Tanaman Pangan dan Perkebunan di Kalimantan Timur*. Jurnal EPP. Volume 5 no.2.
- Sugiartiningsih. 2012. *Pengaruh Luas Lahan terhadap Produksi Jagung di Indonesia Periode 1990-2006*. Jurnal Ekono Intensif Kopwil4. Volume 6 no.1. ISSN 1907-0640.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., dan McGee, V.E. 1995. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Terjemahan Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. New York: Addison Wesley.