



PENERAPAN MODEL ARIMAX PADA DATA HARGA CABAI MERAH KERITING DI INDONESIA

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

MUHAMMAD ALI UMAR



**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Penerapan Model ARIMAX pada Data Harga Cabai Merah Keriting di Indonesia adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

 Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2018

Muhammad Ali Umar
NIM G14120094

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



ABSTRAK

MUHAMMAD ALI UMAR. Penerapan Model ARIMAX pada Data Harga Cabai Merah Keriting di Indonesia. Dibimbing oleh FARIT MOCHAMAD AFENDI, AKBAR RIZKI, dan BUDI WARYANTO.

Model yang digunakan untuk analisis data deret waktu dengan satu peubah adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Pada beberapa kasus, model ARIMA belum cukup baik dalam melakukan pemodelan, contohnya adalah data deret waktu yang dipengaruhi pola di luar peubah yang diamati yang berdampak pada peubah tersebut. Salah satu cara menangkap pola lain tersebut adalah dengan model *Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous* (ARIMAX). Prinsip model ARIMAX adalah menjadikan peubah lain sebagai peubah penjelas dalam model yang digunakan. Efek variasi kalender merupakan peubah penjelas yang sering digunakan dalam pemodelan tersebut. Pada penelitian ini model ARIMAX diterapkan pada data mingguan harga cabai merah keriting di Indonesia periode 1 Januari 2011 sampai 30 April 2018. Dari hasil evaluasi ada beberapa peubah berpengaruh seperti puncak musim penghujan, kampanye pemilu, Idul Fitri, Idul Adha, dan Imlek. Model ARIMAX terbaik yang didapatkan adalah model ARIMAX(1,1,2) dengan nilai MAPE sebesar 5.054%.

Kata kunci: ARIMAX, cabai merah keriting, efek variasi kalender

ABSTRACT

MUHAMMAD ALI UMAR. The Application of ARIMAX Model on the Price Data of the Curly Red Chili in Indonesia. Supervised by FARIT MOCHAMAD AFENDI, AKBAR RIZKI, and BUDI WARYANTO.

The model used to analyze the time series data with one variable is Autoregresive Integrated Moving Average (ARIMA). In some cases, ARIMA model is not good enough in modeling. For instance, the time series data influenced by the outside patterns of observed variable that affect the variable. One way to capture the other patterns is with Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous (ARIMAX). The model principle of ARIMAX is by making the other variables as the independent variables in the model used. Calender variation effects are independent variables which are often used in the modeling. In this research, ARIMAX model is applied on the weekly data of curly red chili in the period of Januari 1, 2011 to April 30, 2018. The evaluation result is there are some influential variables such as the peak of rainy season, election campaign, Eid Fitri, Eid al-Adha, and also Imlek. The best ARIMAX model gained is ARIMAX(1,1,2) model with the MAPE value of 5.054 %.

Keywords: ARIMAX, calendaer variation effects, curly red chili

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENERAPAN MODEL ARIMAX PADA DATA HARGA CABAI MERAH KERITING DI INDONESIA

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

MUHAMMAD ALI UMAR

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika pada
Departemen Statistika

DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Penerapan Model ARIMAX pada Data Harga Cabai Merah Keriting di Indonesia
Nama : Muhammad Ali Umar
NIM : G14120094

Disetujui oleh

Farit M Afendi, MSi
Pembimbing I

Akbar Rizki, MSi
Pembimbing II

Dr Ir Budiyaryanto, MSi
Pembimbing III

Bogor Agricultural University
Tanggal Lulus: 25 JUL 2018

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis hantarkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala lindungan, rahmat, dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul karya ilmiah ini adalah Penerapan Model ARIMAX pada Data Harga Cabai Merah Keriting di Indonesia.

Proses penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari dukungan, saran, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr Farit Mochamad Afendi, MSi, Ibu Akbar Rizki, MSi, dan Bapak Dr Ir Budi Waryanto, MSi selaku dosen pembimbing skripsi atas segala saran, arahan, dan bimbingan yang diberikan selama penulis melakukan penelitian.
2. Seluruh Staf Tata Usaha Departemen yang telah membantu kelancaran proses administrasi.
3. Keluarga Statistika 49 atas diskusi-diskusi serta dukungan selama penyelesaian karya ilmiah ini.
4. Keluarga tercinta yang selalu memberi kasih sayang serta selalu mendukung penuh penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
5. Arikmadi Tri Widodo yang membantu penulis selama proses pengolahan data, serta sahabat-sahabat yang selalu menyemangati penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

Besar harapan penulis semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Juli 2018

Muhammad Ali Umar

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	1
METODOLOGI	2
Data	2
Metode	2
HASIL DAN PEMBAHASAN	5
Eksplorasi Data	5
Pembentukan Model Regresi	6
Pemodelan Sisaan Menggunakan ARIMA	7
Pembentukan Model ARIMAX	8
Evaluasi Kebaikan Model ARIMAX	10
SIMPULAN	11
DAFTAR PUSTAKA	11
LAMPIRAN	13
RIWAYAT HIDUP	16

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1 Identifikasi model AR, MA, dan ARMA	4
2 Daftar peubah boneka	6
3 Hasil signifikansi parameter model regresi	7
4 Hasil uji Ljung-Box-Pierce	7
5 Hasil uji signifikansi parameter untuk model ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), ARIMAX(0,1,2), ARIMAX(2,1,0), ARIMAX(1,1,1), ARIMAX(2,1,1), ARIMAX(1,1,2)	9
6 Hasil estimasi parameter untuk model ARIMAX(1,1,2)	10
7 Nilai MAPE model ARIMAX(1,1,2) dan ARIMA(1,1,0)	11

DAFTAR GAMBAR

1 Plot ACF untuk data tidak stasioner	3
2 Grafik harga mingguan cabai merah keriting di Indonesia	6
3 Plot ACF dan PACF untuk sisaan w_t	8
4 Plot ACF dan PACF sisaan model regresi setelah satu kali pembedaan	8
5 Plot ramalan model ARIMAX(1,1,2) dan ARIMA(1,1,0) dengan data aktual	10

DAFTAR LAMPIRAN

1 Contoh fenomena-fenomena yang berdampak pada kenaikan harga cabai merah keriting	13
2 Hasil uji signifikansi parameter model regresi 17 peubah	14
3 Tabel hasil uji Ljung-Box-Pierce model ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), dan ARIMAX(1,1,2)	14
4 Hasil prediksi harga cabai merah keriting bulan Mei sampai Juli 2018	15

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Model yang digunakan pada analisis data deret waktu dengan satu peubah adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Pada beberapa kasus, model ARIMA belum cukup baik dalam melakukan pemodelan, contohnya adalah data deret waktu yang dipengaruhi pola di luar peubah yang diamati yang berdampak pada peubah tersebut. Salah satu cara menangkap pola lain tersebut adalah dengan menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous* (ARIMAX).

Prinsip model ARIMAX adalah menjadikan peubah lain sebagai peubah penelusur dalam model yang digunakan. Model ARIMAX adalah modifikasi dari model dasar ARIMA dengan penambahan peubah penjelas. Efek variasi kalender merupakan salah satu peubah penjelas yang seringkali digunakan dalam pemodelan tersebut. Sehingga model ARIMAX baik diterapkan untuk data deret waktu yang mengandung efek variasi kalender. Data deret waktu merupakan data dari suatu peubah tertentu yang disusun menurut waktu dengan selang antar waktu tersebut sama (Cryer 2008). Salah satu contoh data deret waktu yaitu data harga cabai merah keriting yang seringkali menjadi fokus bahasan oleh para pengambil kebijakan.

Pemodelan data harga cabai merah keriting penting karena cabai merupakan salah satu tanaman hortikultura yang selalu dibutuhkan masyarakat Indonesia. Cabai biasa dimanfaatkan sebagai bahan makanan, untuk kesehatan, serta sebagai bahan baku industri. Secara umum, harga cabai biasanya memiliki pola yang cukup kompleks dikarenakan unsur kenaikan dan penurunan yang berfluktuasi dan tidak teratur serta sulit diperkirakan. Ketidakteraturan ini mengakibatkan analisa menjadi rumit jika dilakukan sekaligus, apalagi untuk pola data pada deret waktu yang panjang. Upaya stabilisasi pasokan dan harga cabai ini dapat dilakukan dengan mengetahui karakteristik dasar dari pergerakan harga serta peramalan yang tepat terhadap harga cabai merah keriting. Ada dampak dari fenomena-fenomena di luar harga cabai yang memengaruhi pola harga cabai. Menurut Pusat Distribusi dan Cadangan Pangan (PDCP 2014), perubahan harga yang terjadi sebagai dampak dari ketidakpastian politik akibat perubahan pemerintahan Indonesia, tingginya biaya logistik pangan akibat kebijakan kenaikan harga BBM, serta peningkatan kebutuhan pangan disekitar hari besar keagamaan. Hal tersebut mendasari pemodelan data harga cabai merah keriting menggunakan model ARIMAX pada penelitian ini.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan data harga cabai merah keriting di Indonesia dengan menggunakan model ARIMAX.

METODOLOGI

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data harga cabai merah keriting yang berasal dari Pusat Data dan Sistem Informasi (PUSDATIN) Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Data yang digunakan merupakan data harga mingguan cabai merah keriting Indonesia periode 1 Januari 2011 hingga 30 April 2018. Untuk keperluan analisis, data dibagi menjadi dua yaitu data pemodelan dan validasi. Data pemodelan adalah data minggu pertama bulan Januari 2011 sampai minggu keempat bulan September 2017. Data validasi adalah data harga minggu pertama bulan Oktober 2017 sampai minggu keempat bulan April 2018.

Metode

Analisis data dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Eksplorasi data

Eksplorasi data berfokus pada penelusuran peubah penjelas dalam bentuk pola-pola atau fenomena-fenomena yang berdampak pada kenaikan harga cabai merah keriting, misalnya kenaikan harga BBM, hari raya idul fitri, hari raya natal, dan musim penghujan. Fenomena-fenomena yang ada kemudian disesuaikan menjadi peubah penjelas dalam bentuk peubah-peubah boneka.

2. Pembentukan model regresi

Model regresi yang digunakan adalah model regresi berganda dengan peubah-peubah boneka yang didapatkan melalui tahap pertama, sebagai berikut:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 D_{1,t} + \beta_2 D_{2,t} + \dots + \beta_p D_{p,t} + w_t$$

dengan $D_{p,t}$ adalah peubah boneka untuk efek fenomena ke- p .

Peubah-peubah boneka akan diuji dengan uji-t untuk melihat signifikansi peubah-peubah tersebut terhadap model. Menurut Gujarati (2004) statistik uji untuk uji-t adalah:

$$|t| = \left| \frac{\widehat{\beta}_p}{SE(\widehat{\beta}_p)} \right|$$

dengan

$\widehat{\beta}_p$: nilai dugaan parameter β_p

$SE(\widehat{\beta}_p)$: standar eror dari nilai dugaan parameter β_p

Hipotesis yang digunakan untuk uji-t adalah:

$H_0: \beta_p = 0$

$H_1: \beta_p \neq 0$

Tolak H_0 jika $|t| > t_{\alpha/2}$. Setelah didapatkan model dengan peubah boneka yang signifikan, dilanjutkan dengan pengecekan asumsi *white noise* pada

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

sisaan model regresi w_t . Pengecekan asumsi *white noise* dapat menggunakan uji Ljung-Box-Pierce (*modified Box-Pierce*) dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$ (sisaan saling bebas atau sisaan *white noise*)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \rho_k \neq 0, \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, K$

Rumus statistik uji *modified Box-Pierce* (Wei 2006) adalah:

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

dimana,

k : selisih lag

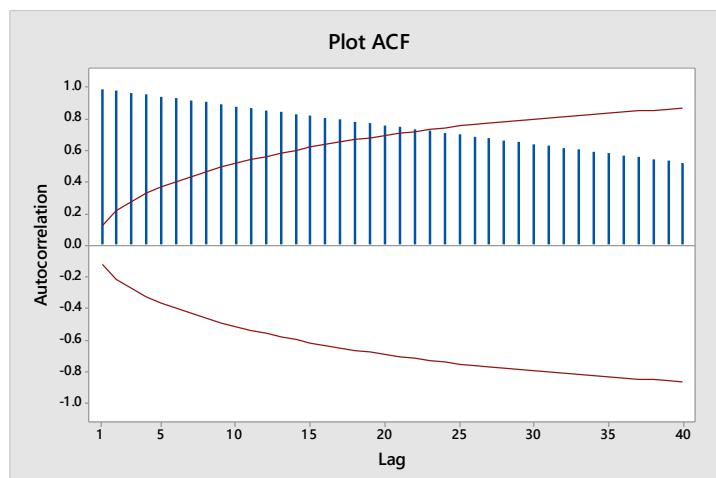
K : banyak lag yang diuji

ρ_1 : autokorelasi sisaan periode k

Tolak H_0 jika $Q > \chi^2_{(2)}$ (Wei 2006).

Pemodelan sisaan w_t menggunakan ARIMA

Sisaan yang belum memenuhi asumsi *white noise*, selanjutnya dilakukan identifikasi orde model ARIMA. Sisaan perlu diperiksa dahulu kestasionerannya. Kestasioneran sisaan dapat dilihat dari plot ACF. Jika plot ACF tidak terlihat turun lambat secara eksponensial, maka data sudah stasioner. Contoh plot ACF untuk data yang tidak stasioner dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Plot ACF untuk data tidak stasioner

Pengecekan kestasioneran dapat juga dilakukan dengan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) sebagai berikut:

$$y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Hipotesis ujinya adalah sebagai berikut:

$H_0 : \phi = 1$ (terdapat akar unit atau data tidak stasioner)

$H_1 : |\phi| < 1$ (tidak terdapat akar unit atau data stasioner)

Statistik ujinya adalah :

$$t_{hit} = \frac{\widehat{\phi} - 1}{SE(\widehat{\phi})}.$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tolak H_0 jika nilai $t_{hit} >$ nilai kritis statistik- t (Gujarati 2004). Data yang tidak stasioner perlu dilakukan pembedaan agar data menjadi stasioner. Menurut Cryer dan Chan (2008) secara umum pembedaan untuk periode ke- d adalah sebagai berikut:

$$y_t^d = (1 - B)^d y_t.$$

Notasi B adalah operator *backshift*. Penggunaan notasi B dalam pembedaan adalah:

$$(B^d)y_t = y_{t-d}.$$

Untuk pemilihan orde model sementara dapat dilihat pada Tabel 1 (Montgomery *et al* 2008):

Tabel 1 Identifikasi model AR, MA, dan ARMA

Model	ACF	PACF
AR(p)	<i>Tails off</i>	<i>Cuts off after lag p</i>
MA(q)	<i>Cuts off after lag q</i>	<i>Tails off</i>
ARMA(p,q)	<i>Tails off</i>	<i>Tails off</i>

Menurut Cryer dan Chan (2008) model ARIMA(p, d, q) ditulis sebagai berikut:

$$\phi_p(B) (1 - B)^d y_t = \theta_q(B) \varepsilon_t$$

dengan

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

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

$(1 - B)^d$ = operator pembedaan orde d

y_t = nilai amatan pada waktu ke- t

p = orde untuk proses *autoregressive* (AR)

d = banyaknya proses pembedaan

q = orde untuk proses *moving average* (MA)

ε_t = sisaan pada waktu ke- t

Setelah mendapatkan dugaan model sementara dari hasil identifikasi plot ACF dan PACF, selanjutnya dilakukan *overfitting*, yaitu menambahkan 1 orde AR atau MA pada model sementara tersebut. Misalkan dugaan model sementaranya adalah model ARIMA(1,1,1), maka model overfitting yang dibentuk adalah ARIMA(2,1,1).

4. Pembentukan model ARIMAX

Model *Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous* (ARIMAX) adalah model ARIMA dengan tambahan peubah (Cryer dan Chan 2008). Peubah tambahan yang digunakan untuk data deret waktu dengan variasi kalender berupa peubah boneka. Pada pemodelan ini, peubah boneka bernilai 1 untuk waktu terjadinya fenomena-fenomena tertentu dan

bernilai 0 untuk waktu-waktu selainnya. Menurut Lee dan Suhartono (2010) model ARIMAX ditulis sebagai berikut:

$$y_t = \beta_0^* + \beta_1^* D_{1,t} + \beta_2^* D_{2,t} + \dots + \beta_p^* D_{p,t} + \frac{\theta_q(B)\epsilon_t}{\phi_p(B)(1-B)^d}.$$

Model ARIMA yang sudah diidentifikasi orde AR dan MA selanjutnya dibentuk model ARIMAX. Kemudian model ARIMAX tersebut akan dipilih sebagai model ARIMAX terbaik. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan untuk melihat apakah sisaan sudah memenuhi asumsi *white noise*.

5. Evaluasi kebaikan model ARIMAX

Model ARIMAX yang sudah dibentuk dengan sisaan yang sudah memenuhi asumsi *white noise* kemudian dilakukan peramalan dan dievaluasi keakuratan ramalan modelnya dengan menghitung nilai MAPE sebagai berikut:

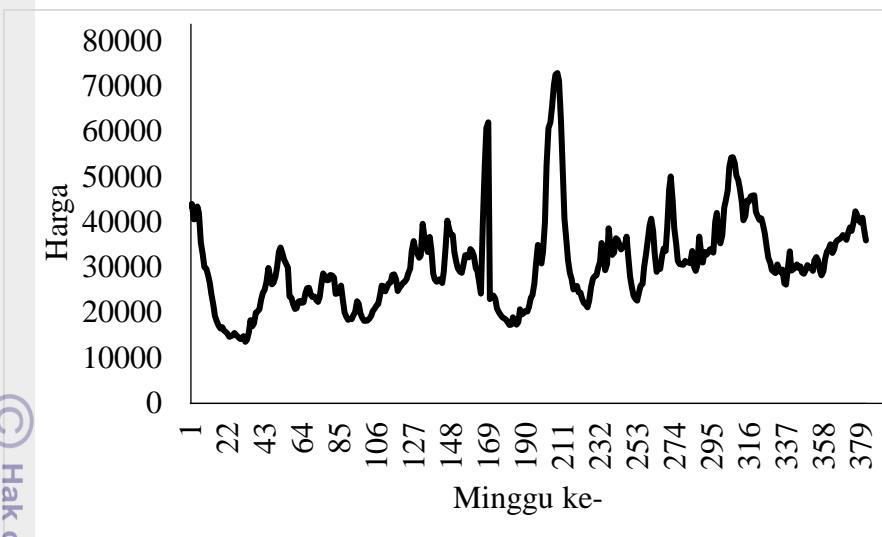
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%.$$

dengan y_t adalah nilai amatan ke- t , \hat{y}_t adalah nilai dugaan model ke- t , dan n adalah banyaknya sampel. Jika model tidak bagus, kembali ke langkah ketiga. Hasil model ARIMAX terbaik akan dibandingkan dengan model ARIMA tanpa peubah boneka. Cara mendapatkan model ARIMA ini sama seperti langkah ketiga sampai kelima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi Data

Eksplorasi dilakukan untuk melihat fenomena-fenomena yang ada pada data harga cabai merah keriting guna menentukan peubah-peubah boneka pada pemodelan ARIMAX. Gambar 2 memberikan informasi adanya fluktuasi harga cabai merah keriting. Beberapa contoh fenomena yang terjadi yaitu pada minggu ke-1, minggu ke-52, dan minggu ke-314 harga cabai merah keriting terlihat naik. Hal ini karena pada minggu-minggu ini terjadi peristiwa peringatan tahun baru. Pada minggu ke-146 dan minggu ke-298 harga cabai merah keriting juga mengalami kenaikan. Pada minggu-minggu tersebut terdapat peringatan hari raya Idul Adha. Peringatan hari raya Idul Fitri terjadi pada minggu ke-237 dan minggu ke-88. Pada kedua minggu tersebut harga cabai merah keriting mengalami kenaikan juga. Gambaran lebih lanjut mengenai contoh fenomena-fenomena ini terdapat pada Lampiran 1.



Gambar 2 Grafik harga mingguan cabai merah keriting di Indonesia

Fenomena-fenomena yang berdampak pada naiknya harga cabai merah keriting kemudian dirangkum menjadi peubah-peubah boneka, seperti dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan terdapat 19 peubah boneka yang berdampak terhadap kenaikan harga cabai merah keriting Indonesia. Peubah-peubah boneka tersebut berguna untuk menghilangkan efek variasi kalender dan perlu diuji signifikansinya dalam model. Pada pemodelan ini, peubah-peubah boneka berupa peubah biner dengan nilai 1 untuk waktu-waktu terjadinya fenomena tertentu dan bernilai 0 untuk waktu-waktu saat tidak terjadi fenomena tertentu. Selanjutnya peubah-peubah boneka tersebut akan dimasukkan ke dalam model regresi guna melihat pengaruhnya terhadap harga cabai merah keriting.

Tabel 2 Daftar peubah boneka

Peubah boneka	Keterangan	Peubah boneka	Keterangan
D ₁	Puncak musim penghujan	D ₁₁	Hari Raya Imlek
D ₂	Pancaroba	D ₁₂	Penetapan awal puasa
D ₃	Awal musim penghujan	D ₁₃	Saat puasa
D ₄	Menjelang Natal dan tahun baru	D ₁₄	Isra' Mi'raj Nabi Muhammad SAW
D ₅	Hari Raya Natal	D ₁₅	Hari Raya Nyepi
D ₆	Tahun baru	D ₁₆	Hari Raya Idul Fitri
D ₇	Maulid Nabi Muhammad SAW	D ₁₇	Tahun baru Islam
D ₈	Hari Raya Idul Adha	D ₁₈	HUT RI
D ₉	Kenaikan harga BBM	D ₁₉	Wafat Yesus Kristus
D ₁₀	Periode kampanye Pemilu 2014		

Pembentukan Model Regresi

Model regresi yang digunakan adalah model regresi dengan peubah boneka. Peubah respon adalah harga mingguan cabai merah keriting dan peubah bebas adalah peubah-peubah boneka untuk mengatasi nilai-nilai harga cabai merah keriting yang tinggi. Hasil uji signifikansi parameter model regresi dapat dilihat

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

pada Tabel 3. Hasil yang diperoleh dari Tabel 3 memperlihatkan bahwa terdapat 17 peubah boneka yang signifikan pada taraf nyata 5% karena nilai p peubah-peubah tersebut kurang dari 5%. Peubah boneka ke-14 dan ke-17 tidak signifikan karena memiliki nilai p yang lebih besar dari 0.05. Peubah boneka yang tidak signifikan tidak diikutsertakan dalam model regresi. Hasil uji signifikansi parameter model regresi dengan 17 peubah dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 3 Hasil uji signifikansi parameter model regresi

Peubah	Nilai p	Peubah	Nilai p
D1	0.000*	D11	0.001*
D2	0.000*	D12	0.036*
D3	0.000*	D13	0.026*
D4	0.000*	D14	0.208
D5	0.000*	D15	0.008*
D6	0.000*	D16	0.034*
D7	0.000*	D17	0.104
D8	0.000*	D18	0.036*
D9	0.000*	D19	0.006*
D10	0.000*		

*signifikan pada taraf nyata 5%.

Model regresi dengan peubah boneka yang sudah signifikan selanjutnya dilakukan pengecekan asumsi *white noise* dan kestasioneran sisaan. Hasil uji Ljung-Box-Pierce dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 memperlihatkan nilai p sebesar 0.00 sampai lag 48. Nilai p lebih kecil dari taraf nyata 5%, maka dapat disimpulkan bahwa sisaan belum memenuhi asumsi *white noise*. Selanjutnya dilakukan pemodelan sisaan menggunakan ARIMA.

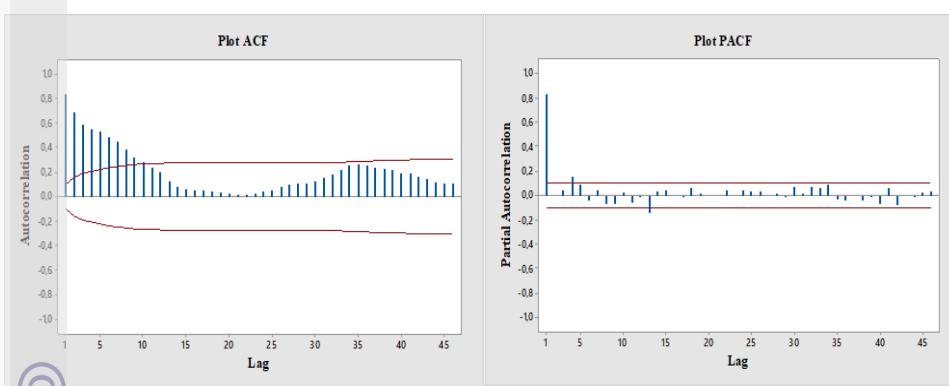
Tabel 4 Hasil uji Ljung-Box-Pierce

Lag	Nilai p
12	0.000*
24	0.000*
36	0.000*
48	0.000*

*signifikan pada taraf nyata 5%.

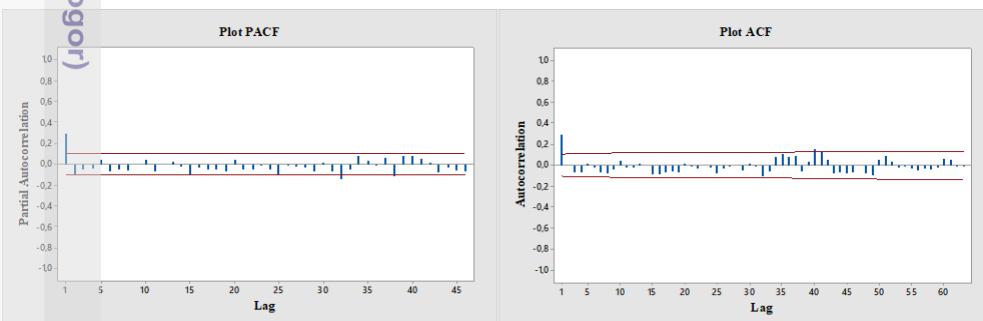
Pemodelan Sisaan Menggunakan ARIMA

Identifikasi orde model ARIMA dilakukan setelah sisaan model regresi (w_t) sudah stasioner. Maka perlu diperiksa dahulu apakah w_t sudah stasioner atau belum. Kestasioneran sisaan dapat dilihat dari plot ACF pada Gambar 3. Plot ACF pada Gambar 3 menunjukkan pola yang menurun secara perlahan secara eksponensial yang mengindikasikan bahwa data tidak stasioner, sehingga penentuan ordo untuk model sementara tidak dapat dilakukan.



Gambar 3 Plot ACF dan PACF untuk sisaan w_t

Pembedaan diperlukan untuk membuat data sisaan w_t menjadi stasioner. Plot ACF dan PACF setelah dilakukan satu kali pembedaan ditunjukkan pada Gambar 4. Plot ACF pada Gambar 4 tidak terlihat turun lambat secara eksponensial, maka dapat disimpulkan bahwa sisaan sudah stasioner. Uji ADF dilakukan untuk meyakinkan bahwa data telah stasioner. Uji ADF menghasilkan nilai-p sebesar 0.000 yang membuktikan bahwa data tidak mengandung akar unit atau sudah stasioner. Selanjutnya dilakukan identifikasi orde model ARIMAX dengan melihat plot ACF dan PACF. Dilihat dari plot ACF dan PACF terlihat ada *cut off* setelah lag 1. Maka dugaan model sementara berdasarkan plot ACF dan PACF adalah ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), dan ARIMAX(1,1,1). Namun demikian, proses *overfitting* perlu dilakukan untuk mencari model yang lebih baik, sehingga pada tahap pembentukan model ARIMAX akan dimulai dari dugaan model ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), dan ARIMAX(1,1,1), dilanjutkan dengan proses *overfitting* untuk mendapatkan model ARIMAX dengan semua parameter yang sudah signifikan dalam model serta memenuhi asumsi *white noise*.



Gambar 4 Plot ACF dan PACF sisaan model regresi setelah satu kali pembedaan

Pembentukan Model ARIMAX

Pembentukan model ARIMAX dimulai dari model ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), dan ARIMAX(1,1,1). Hasil uji signifikansi parameter untuk ketiga model tersebut beserta *overfitting*nya dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 memperlihatkan bahwa nilai p untuk semua parameter model ARIMAX(0,1,1) dan ARIMAX(1,1,0) lebih kecil dari taraf nyata 5%, sehingga dapat disimpulkan semua

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 5 Hasil uji signifikansi parameter untuk model ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), ARIMAX(0,1,2), ARIMAX(2,1,0), ARIMAX(1,1,1), ARIMAX(2,1,1), ARIMAX(1,1,2)

Model ARIMAX	Nilai p			
	AR(1)	AR(2)	MA(1)	MA(2)
(0,1,1)	-	-	0.000*	-
(1,1,0)	0.000*	-	-	-
(0,1,2)	-	-	0.000* 0.055	
(2,1,0)	0.037*	0.704	-	-
(1,1,1)	0.077	-	0.103	-
(2,1,1)	0.387	0.610	0.933	-
(1,1,2)	0.000*	-	0.000* 0.000*	

*signifikan pada taraf nyata 5%.

Uji Ljung-Box-Pierce akan dilakukan untuk melihat apakah model ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), dan ARIMAX(1,1,2) sudah memenuhi asumsi *white noise* (sisaan saling bebas). Hasil dari uji Ljung-Box-Pierce untuk ketiga model tersebut dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari Lampiran 3 dapat disimpulkan bahwa hanya model ARIMAX(1,1,2) yang sudah memenuhi asumsi *white noise*.

Hasil estimasi parameter model ARIMAX(1,1,2) dapat dilihat pada Tabel 6. Dilihat dari Tabel 6, terdapat 5 peubah yang memiliki nilai estimasi parameter besar dengan nilai signifikansi parameter yang hampir sama. Kelima peubah tersebut yaitu puncak musim penghujan (D_1), hari raya Idul Adha (D_8), periode kampanye pemilu 2014 (D_{10}), hari raya Imlek (D_{11}), dan hari raya Idul Fitri (D_{16}). Pada minggu-minggu periode kampanye pemilu 2014 memiliki pengaruh paling besar dari kelima peubah tersebut dan peubah-peubah lainnya. Hal ini karena kenaikan harga yang dipicu oleh cuaca ekstrem (curah hujan tinggi) yang terjadi selama rentang Januari sampai Maret 2014 sehingga mengakibatkan penurunan produktivitas serta tingginya kerusakan cabai. Selain itu, lebatnya hujan abu vulkanik akibat besarnya erupsi Gunung Kelud yang terjadi pada 13 Februari 2014

turut berdampak pada turunnya produksi cabai di beberapa daerah sentra produksi cabai.

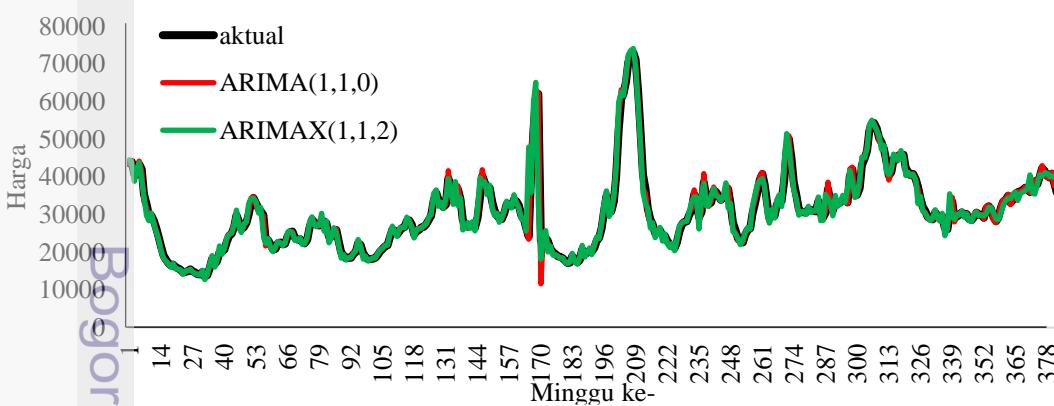
Nilai estimasi parameter menggambarkan seberapa besar perubahan harga cabai merah keriting ketika terdapat fenomena atau peristiwa tertentu. Sebagai contoh, peubah boneka ke-16 yaitu hari raya Idul Fitri memiliki nilai estimasi parameter sebesar 3194. Artinya adalah pada minggu saat terjadi peristiwa peringatan hari raya Idul Fitri, harga cabai merah keriting rata-rata akan mengalami kenaikan sebesar 3194 rupiah dari harga minggu sebelumnya dengan asumsi bahwa peubah boneka lainnya tidak mengalami perubahan. Tanda positif (+) atau negatif (-) menggambarkan efek pengaruh terhadap harga cabai merah keriting, terjadi kenaikan atau penurunan harga.

Tabel 6 Hasil estimasi parameter untuk model ARIMAX(1,1,2)

Komponen Model	Estimasi Parameter	Komponen Model	Estimasi Parameter	Komponen Model	Estimasi Parameter
AR ₁	-0.582	D ₅	1916.400	D ₁₂	1663.600
MA ₁	-1.108	D ₆	2137.200	D ₁₃	-1599.500
MA ₂	-0.484	D ₇	1400.300	D ₁₅	1687.400
D ₁	3154.300	D ₈	3883.800	D ₁₆	3194.000
D ₂	1155.200	D ₉	706.457	D ₁₈	942.075
D ₃	-543.855	D ₁₀	25133.500	D ₁₉	1682.800
D ₄	1174.100	D ₁₁	4124.200		

Evaluasi Kebaikan Model ARIMAX

Selbelum mengevaluasi kebaikan model yang didapat, terlebih dahulu dilakukan peramalan dengan menggunakan model ARIMAX(1,1,2). Model ARIMAX(1,1,2) tersebut akan dibandingkan dengan model ARIMA tanpa peubah boneka yaitu ARIMA(1,1,0). Plot ramalan dari model ARIMAX(1,1,2) dan ARIMA(1,1,0), dengan data aktual dapat dilihat pada Gambar 5. Dari Gambar 5 memperlihatkan model ARIMAX(1,1,2) lebih dapat menangkap fenomena-fenomena yang terjadi. Hasil prediksi harga mingguan cabai merah keriting untuk bulan Mei sampai dengan Juli 2018 dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5 Plot ramalan model ARIMAX(1,1,2) dan ARIMA(1,1,0) dengan data actual

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 7 Nilai MAPE model ARIMAX(1,1,2) dan ARIMA(1,1,0)

Model	MAPE	
	Model	Validasi
ARIMAX(1,1,2)	5.05%	4.62%
ARIMA(1,1,0)	5.89%	3.08%

SIMPULAN

Model ARIMAX cukup mampu menangkap fenomena-fenomena yang menyebabkan harga cabai merah keriting menjadi naik. Model terbaik yang diperoleh berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini adalah model ARIMAX(1,1,2). Nilai rata-rata kesalahan peramalan berdasarkan kriteria kebaikan model MAPE sebesar 5.05%. Terdapat 17 peubah yang memengaruhi naiknya harga cabai merah keriting Indonesia. Dari 17 peubah, terdapat 5 peubah yang berdampak besar terhadap kenaikan harga cabai merah keriting. Kelima peubah tersebut yaitu puncak musim penghujan, hari raya Idul Adha, periode kampanye pemilu 2014, hari raya Imlek, dan hari raya Idul Fitri. Pada minggu-minggu periode kampanye pemilu 2014 memiliki pengaruh paling besar dibandingkan dengan peubah-peubah yang lain. Hal ini karena pada minggu-minggu tersebut dekat dengan cuaca ekstrem (curah hujan tinggi) dan erupsi Gunung Kelud.

DAFTAR PUSTAKA

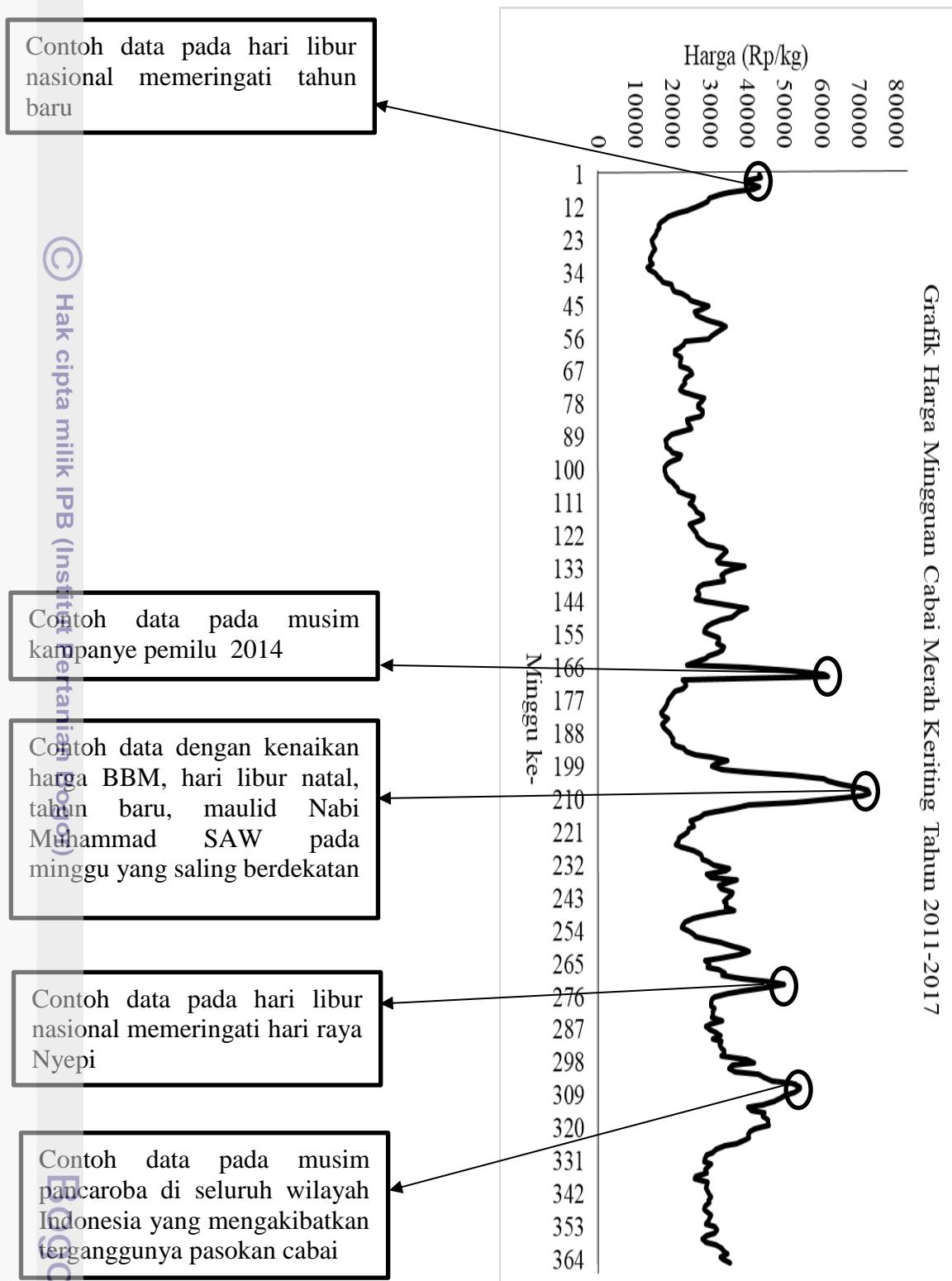
- Abdullah L. 2012. ARIMA Model for Gold Bullion Coin Selling Prices Forecasting. *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, 1(4):153-158.
- Cryer JD, Chan KS. 2008. *Time Series Analysis 2nd edition*. New York (US): Springer.
- Gujarati. 2004. *Basic Econometrics, Fourth Edition*. The McGraw-Hill Companies.
- Lee MH, Suhartono, Hamzah NA. 2010. Calender Variation Model based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect. *Proceedings of the regional conference on statistical sciences 2010*, (pp. 349-361). Malaysia: University Teknologi MARA.



- Montgomery DC, Jennings CL, Kulahci M. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey (US): J Wiley.
- [PDCP] Pusat Distribusi dan Cadangan Pangan. 2014. Buletin harga pangan (November 2014) [Internet]. Tersedia pada: <http://bkp.pertanian.go.id/tinymcruk/gambar/file/November.pdf>.
- Wei WWS. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. New York (US): Pearson Education.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1 Contoh fenomena-fenomena yang berdampak pada kenaikan harga cabai merah keriting



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Hasil uji signifikansi parameter model regresi 17 peubah

Peubah	Nilai p	Peubah	Nilai p
D1	0.000*	D10	0.000*
D2	0.000*	D11	0.001*
D3	0.000*	D12	0.035*
D4	0.000*	D13	0.025*
D5	0.000*	D15	0.009*
D6	0.000*	D16	0.003*
D7	0.000*	D18	0.035*
D8	0.000*	D19	0.006*
D9	0.000*		

*signifikan pada taraf nyata 5%.

Lampiran 3 Tabel hasil uji Ljung-Box-Pierce model ARIMAX(0,1,1), ARIMAX(1,1,0), dan ARIMAX(1,1,2)

Model	Lag	Nilai Q	Nilai p
ARIMAX(0,1,1)	12	25.74	0.007*
	24	44.27	0.005*
	36	62.32	0.003*
	48	75.08	0.006*
ARIMAX(1,1,0)	12	25.11	0.009*
	24	39.86	0.016*
	36	58.97	0.007*
	48	72.29	0.010*
ARIMAX(1,1,2)	12	12.26	0.205
	24	25.16	0.240
	36	44.91	0.081
	48	57.96	0.093

*signifikan pada taraf nyata 5%.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 4 Hasil prediksi harga cabai merah keriting bulan Mei sampai Juli 2018

Bulan	Minggu ke-	Prediksi Harga
Mei	1	34 438
	2	34 627
	3	36 184
	4	34 545
	5	34 489
Juni	1	34 496
	2	37 700
	3	59 578
	4	35 525
Juli	1	34 425
	2	34 408
	3	34 392
	4	34 376

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Purworejo pada tanggal 01 Agustus 1994 dan merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari Bapak Yuwono Abdussalam (alm) dan Ibu Siti Maryati. Pada tahun 1999-2000, penulis belajar di TK Dharmasiwi Ngampel yang terletak di Purworejo. Tahun berikutnya penulis melanjutkan sekolah di SD Negeri Ngampel, Purworejo dan lulus pada tahun 2006. Pada tahun 2009 penulis lulus dari SMP Negeri 20 Purworejo. Kemudian melanjutkan ke jenjang selanjutnya di SMA Negeri 02 Purworejo dan lulus tahun 2012. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Statistika, Institut Pertanian Bogor melalui jalur Beasiswa Utusan Daerah PT Antam Tbk dengan Nomor Induk Mahasiswa (NIM) G14120094.

Selama mengikuti perkuliahan, selain aktif dalam perkuliahan penulis juga aktif dalam mengikuti beberapa kegiatan dan organisasi kampus. Penulis aktif dalam Himpunan Profesi Gamma Sigma Beta sebagai staf Departemen Human Resource and Development pada masa jabatan 2013-2014 dan sebagai bendahara Departemen Database Center pada masa jabatan 2014-2015. Penulis juga pernah aktif dalam kepanitiaan di antaranya sebagai staf Divisi Acara The 10th Statistika Ria, Komstat Jr sebagai staf Divisi Logistik dan Transportasi, serta Pekan Olahraga Statistika sebagai staf Divisi Dana Usaha. Penulis pernah juga melakukan kegiatan Praktik Lapang di PT Geo Informasi Sejahtera pada bulan Januari-Maret 2016.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.