

ESTIMASI DATANGNYA KEMARAU PANJANG 2013/2014 DI BEBERAPA KAWASAN SENTRA PRODUKSI TANAMAN PANGAN PROVINSI KALIMANTAN TIMUR BERBASIS TEKNIK ARIMA

Eddy Hermawan¹, Adi Witono², dan Astuti Widya Lestary³

- 1) Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA) LAPAN
- 2) Loka Tanjungsari LAPAN
- 3) Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
eddy_lapan@yahoo.com dan witono@yahoo.com

Abstract

One of the efforts to save the program Food and Rice Estate in several areas of East Kalimantan is the development of a predictive model of rainfall anomalies rapid, precise and accurate are expected to occur during the year 2013/2014. It is important that local government stiffened East Kalimantan can be scheduled cropping patterns appropriate for farmers in the province of East Kalimantan. Many ways that we can do, ranging from assessing cyclical patterns of rainfall that occurred during the period of time until the development of a predictive model of reliable rainfall. Among the models developed at this time, relative ARIMA models/ is better. In addition to better reflect local conditions, ARIMA models developed is the result of cross breeding (known as CCF, Cross Correlation Function) between the in-situ data with the global Monsoon index data (ISMI, WNPMI, and AUSMI) in the period January 1998 to December 2008. Based on the model of ARIMA (1,0,1) (1,1,1)¹² for Berau regency, West Kutai, East Kutai and Sand, obtained estimates of impending drought in 2013 which started since April 2013 and will end in November 2013. This estimate is considered correct, when other confounding factors such as the El-Niño and Dipole Mode ignored. The full results of the above study are discussed in this paper.

Keywords: Long Drought, Food and Rice Estate, and ARIMA model.

Abstrak

Salah satu upaya menyelamatkan program *Food and Rice Estate* yang ada di beberapa kawasan Kalimantan Timur adalah dikembangkannya satu model prediksi anomali curah hujan yang cepat, tepat dan akurat yang diduga akan terjadi sepanjang tahun 2013/2014. Hal ini penting dikakukan agar Pemda Kalimantan Timur dapat mengagendakan pola tanam yang tepat bagi para petani di Provinsi Kalimantan Timur. Banyak cara yang dapat dilakukan, mulai dari mengkaji pola siklus curah hujan yang terjadi selama kurun waktu tertentu hingga dikembangkannya satu model prediksi curah hujan yang handal. Diantara model yang berkembang saat ini, model ARIMA relatif/dianggap lebih baik. Selain lebih mencerminkan kondisi setempat, model ARIMA yang dikembangkan merupakan hasil kawin silang (dikenal dengan istilah CCF, *Cross Correlation Function*) antara data in-situ dengan data indeks Monsun global (ISMI, WNPMI, dan AUSMI) periode Januari 1998 hingga Desember 2008. Berbasis model ARIMA (1,0,1)(1,1,1)¹² untuk Kabupaten Berau, Kutai Barat, Kutai Timur dan Pasir, diperoleh estimasi akan datangnya kemarau panjang di tahun 2013 yang dimulai sejak bulan April 2013 dan akan berakhir di bulan November 2013. Estimasi ini dianggap benar, bilamana faktor pengganggu lain seperti fenomena *El-Niño* dan *Dipole Mode* diabaikan. Hasil lengkap penelitian di atas dibahas dalam makalah ini.

Kata Kunci : Kemarau panjang, Food and Rice Estate, dan model ARIMA.

1. PENDAHULUAN

Saat ini Pemerintah yang diwakili oleh Dewan Ketahanan Pangan Nasional (DKPN), telah menetapkan Provinsi Kalimantan Timur sebagai daerah pengembangan *Food and Rice Estate* untuk kawasan timur Indonesia. Konsekuensi logis dari kondisi ini adalah diperlukan kajian lebih mendalam tentang kondisi atmosfer setempat, terutama perilaku curah hujan termasuk prediksinya ke depan. Hal ini perlu dilakukan untuk memudahkan para petani dalam menentukan waktu tanam yang tepat. Salah satu faktor sirkulasi atmosfer yang akan diteliti dalam penelitian kali ini adalah keterkaitan antara curah hujan di Kalimantan Timur dengan data indeks Monsun global.

Ide dasar pentingnya kegiatan di atas dilakukan disebabkan oleh (1) belum banyaknya peneliti yang meneliti keterkaitan Monsun dengan curah hujan di Kalimantan Timur, (2) pengguna (*stake holder*) membutuhkan informasi perilaku curah hujan dalam beberapa dekade mendatang, (3) tidak mudah memperoleh data curah hujan yang berkualitas baik, (4) belum nampak adanya hasil penelitian yang mengkaji model prediksi curah hujan di sentra tanaman pangan Kalimantan Timur. Atas dasar itulah, maka dipandang perlu dikembangkan satu model prediksi curah hujan yang relatif paling sesuai dengan kondisi setempat berbasis ARIMA.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam klimatologi dibedakan dua kelompok metode peramalan, yaitu metode kausal dan *time series*. Metode kausal mengasumsikan adanya hubungan sebab akibat antara masukan dan keluaran sistem, sedangkan metode *Time Series* (Box-Jenkins) memperlakukan sistem seperti suatu kotak hitam tanpa berusaha mengetahui sistem tersebut. Sistem dianggap sebagai suatu pembangkit proses karena tujuan utama dari metode ini adalah ingin menduga APA yang akan datang, bukan mengetahui MENGAPA hal itu terjadi (Bey, 1987, Chatfield, 1989 dan Mulyana, 2004).

Model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) telah dipelajari secara mendalam oleh George Box dan Gwilym Jenkins (1976), dan nama mereka sering disinonimkan dengan proses ARIMA yang diterapkan untuk analisis deret berkala, peramalan dan pengendalian. ARIMA adalah suatu model gabungan yang meliputi model *Autoregressive* (AR) (Makridakis *et al.*, 1988).

Peramalan dengan metode Box-Jenkins pada umumnya akan memberikan hasil yang lebih baik dari metode-metode peramalan yang lain, sebab metode ini tidak mengabaikan kaidah-kaidah pada data deret waktu, tetapi proses perhitungannya cukup kompleks jika dibandingkan dengan metode peramalan yang lainnya. Peramalan dengan metode Box-Jenkins didasarkan pada model regresi deret waktu stasioner tanpa komponen musiman, sehingga jika yang dianalisis data bulanan,

maka perlu ditelaah keberadaan komponen musimannya, sebab jika ada, komponen ini harus dieliminasi melalui sebuah proses *diferensi*.

2.1. Stasioneritas

Stasioneritas data diartikan sebagai data yang memiliki konsistensi dalam hal rata – rata dan varian sepanjang waktu. Jenis data yang tidak stasioner bisa merupakan data trend atau acak, karena selalu berubah varian dan rata – ratanya sepanjang waktu.

Kestasioneran data merupakan kondisi yang diperlukan dalam analisis regresi deret waktu karena dapat memperkecil kekeliruan model, sehingga jika data tidak stasioner, maka harus dilakukan transformasi stasioneritas melalui proses *diferensi*.

Berdasarkan deskripsinya, bentuk stasioner ada dua yaitu stasioner kuat dan stasioner lemah. Deskripsi umum kestasioneran adalah sebagai berikut, data deret Z_1, Z_2, \dots disebut stasioner kuat jika distribusi gabungan $Z_{t_1}, Z_{t_2}, \dots, Z_{t_n}$ sama dengan distribusi gabungan $Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}, \dots, Z_{t_n+k}$ untuk setiap nilai t_1, t_2, \dots, t_n , dan k . Sedangkan data tersebut stasioner lemah jika rata – rata data hitung konstan, $E(Z_t) = \mu$, dan autokovariansnya merupakan fungsi dari lag $\rho_k = f(k)$. Sedangkan ketidakstasioneran diklasifikasikan menjadi tiga yaitu,

1. Tidak stasioner dalam rata – rata hitung, jika trend tidak datar (tidak sejajar sumbu waktu) dan data tersebar.
2. Tidak stasioner dalam varians, jika trend datar atau hampir datar tapi data tersebar membangun pola menyebar atau menyempit yang meliputi secara seimbang trendnya (pola terompet).
3. Tidak stasioner dalam rata – rata hitung dan varians, jika trend tidak datar dan membangun pola terompet.

Untuk menelaah ketidak-stasioneran data secara visual, tahap pertama dapat dilakukan pada peta data atas waktu, karena biasanya “mudah”, dan jika belum mendapatkan kejelasan, maka tahap berikutnya ditelaah pada gambar ACF dengan PACF. Telaahan pada gambar ACF, jika data tidak stasioner maka gambarnya akan membangun pola,

1. Menurun, jika data tidak stasioner dalam rata – rata hitung. Trend naik atau turun.
2. Alternating, jika data tidak stasioner dalam varians.
3. Gelombang, jika data tidak stasioner dalam rata – rata hitung dan varians (Mulyana, 2004).

Apabila data yang menjadi input dari model ARIMA tidak stasioner, perlu dimodifikasi untuk menghasilkan data yang stasioner. Salah satu metode yang umum dipakai adalah metode pembedaan (*Differencing*). Metode ini dilakukan dengan cara mengurangi nilai data pada suatu periode dengan nilai periode sebelumnya.

2.2. Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

Konsepsi autokorelasi setara dengan korelasi Pearson untuk data bivariat, yang berarti, autokorelasi merupakan korelasi antara suatu deret dengan dirinya sendiri. Koefisien autokorelasi menunjukkan keeratan hubungan dengan nilai peubah yang samadalam periode waktu yang berbeda (Makridakis *et al.*, 1988). Notasi untuk fungsi autokorelasi adalah

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}$$

dengan $k = 0, 1, 2, \dots$

Seperti halnya autokorelasi yang merupakan fungsi atas lagnya, yang hubungannya dinamakan fungsi autokorelasi (ACF), autokorelasi parsial juga merupakan fungsi atas lagnya dan hubungannya dinamakan fungsi autokorelasi parsial (PACF). Koefisien autokorelasi parsial mengukur keeratan hubungan antara Z_t dan Z_{t-k} dengan menghilangkan pengaruh dari $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}$. Gambar ACF dan PACF dinamakan korelogram dan dapat digunakan untuk menelaah signifikansi autokorelasi dan kestasioneran data. Fungsi autokorelasi parsial pada lag ke- k dinotasikan oleh

$$\phi_{kk} = \text{Corr}(Z_t, Z_{t-k} | Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1})$$

ϕ_{kk} adalah koefisien dalam distribusi bivariat Z_t, Z_{t-k} yang bergantung kepada $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}$. Dengan kata lain, menentukan korelasi antara dua peubah Z_t dan Z_{t-k} dengan mengontrol peubah lainnya ($Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}$). Secara umum bentuk fungsi autokorelasi adalah

$$\rho_j = \phi_{jk} \rho_{j-1} + \phi_{jk-1} \rho_{j-2} + \dots + \phi_{jk} \rho_{j-k}$$

$j = 1, 2, \dots, k$

atau dapat ditulis

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \dots & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_{k1} \\ \phi_{k2} \\ \vdots \\ \phi_{kk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \vdots \\ \rho_k \end{pmatrix}$$

Fungsi autokorelasi digunakan untuk menentukan apakah secara statistik nilainya berbeda signifikan dari nol atau tidak. Untuk itu perlu dihitung simpangan bakunyadengan rumus

$$\bar{\sigma}_{ark} = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Nilai ordo dari proses *autoregressive* dan *moving average* dapat diduga secara visual dari plot ACF dan PACF dari data. Plot tersebut menampilkan distribusi koefisien autokorelasi dan autokorelasi parsial (Cryer *dalam* Evana, 2009).

2.3. Model Autoregressive (AR)

Proses autoregresif merupakan regresi yang dilakukan terhadap dirinya sendiri. Dalam model ARIMA (p,d,q), proses autoregresif dinotasikan sebagai p. Persamaan autoregresif adalah

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

dimana,

Z_t = deret waktu stasioner

ϕ_p = koefisien model autoregresif

Z_{t-p} = nilai masa lalu yang berhubungan

a_t = residual pada waktu t

2.4. Model Moving Average (MA)

Model *moving average* menunjukkan bahwa nilai Z_t , nilai yang ingin diketahui, bergantung pada error orde q sebelumnya. Dalam model ARIMA (p,d,q), *moving average* dinotasikan dengan huruf q. Persamaan *moving average* ditunjukkan oleh

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

dimana,

Z_t = deret waktu stasioner

θ_p = koefisien model *moving average*

a_{t-q} = residual lampau yang digunakan oleh model

2.5. Model Autoregressive-Moving Average (ARMA)

Model ARMA merupakan gabungan dari model autoregresif dan *moving average*. Asumsi yang diterapkan adalah ketika deret waktu merupakan campuran dari fungsi autoregresif dan *moving average*, maka persamaan model ARMA (p,q) menjadi

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

dimana Z_t dan a_t sama seperti sebelumnya, Z_t adalah konstanta, ϕ dan θ adalah koefisien model. Z_t dikatakan proses campuran *autoregressive moving average* orde p dan q.

2.6. Model Autoregressive-Integrated-Moving Average (ARIMA)

Syarat sebuah deret yang harus stasioner untuk dapat dimodelkan. Data yang tidak stasioner sangat sering ditemukan dalam kehidupan nyata. Untuk membuat suatu deret menjadi stasioner dilakukan proses differencing, contoh pada model AR(1)

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + a_t$$

Dari persamaan AR di atas, terlihat bahwa a_t tidak berkorelasi dengan Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots agar solusinya stasioner memenuhi persamaan di atas haruslah $-1 < \phi < 1$. Jika $\phi = 1$, maka persamaan di atas menjadi

$$Z_t = Z_{t-1} + a_t \text{ atau } \nabla Z_t = a_t$$

dimana $\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$ adalah pembeda pertama dari Z .

Proses stasioner dapat diperoleh dari hasil pembedaan data yang tidak stasioner. Variabel acak Z_t dikatakan model integrasi autoregresif-moving average jika dibedakan sebanyak d kali dan merupakan proses ARMA yang stasioner. Notasinya adalah ARIMA (p,d,q). secara umum persamaan untuk model ARIMA (1,1,1) adalah

$$Z_t = (1 + \theta_1)Z_{t-1} + (-\theta_1)Z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

Nilai ordo dari proses *autoregressive* dan *moving average* diduga secara visual dari plot ACF dan PACF. Plot tersebut menampilkan distribusi koefisien autokorelasi dan koefisien autokorelasi parsial. Plot yang tampak dalam plot ACF dan PACF dapat digunakan dalam pendugaan ordo MA dan AR karena masing – masing model memiliki pola yang khusus. Secara teoritis $\rho_k = 0$ bagi $k > q$ dalam model MA(q) dan $\phi_{kk} = 0$ bagi $k > p$ dalam model AR(p). Arti dari ARIMA (p,d,q) sendiri adalah model tersebut menggunakan p nilai lag dependen, d tingkat proses pembedaan, dan q lag residual.

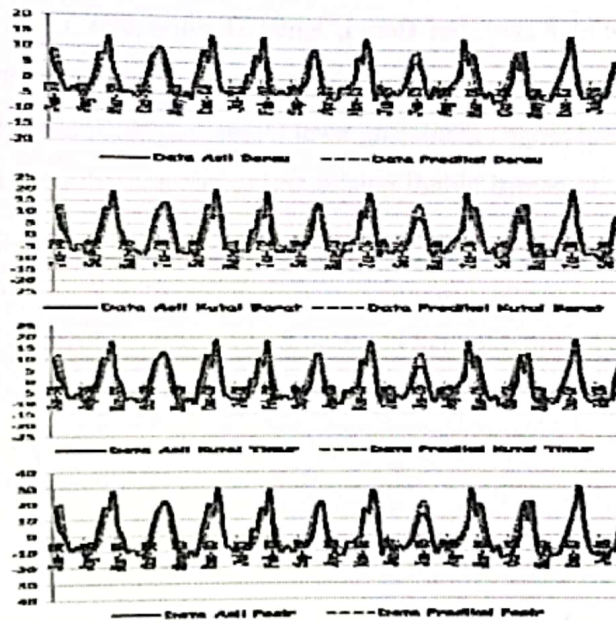
3. DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: (1). Data indeks Monsun global harian yang masing-masing oleh Monsun Asia (*Indian Summer Monsoon Index*, ISMI) dan *Western North Pacific Monsoon Index*, WNPMI) dan Monsun Australia, yakni *Australian Monsoon Index*, AUSMI), Data tersebut diperoleh dengan cara mendownload data harian di website: <http://iprc.soest.hawaii.edu/users/ykaji/monsoon/realtime-monidx.html>, kemudian dirata-rata bulanan pada periode Januari 1949-Desember 2008. (2). Untuk data curah hujan, diperoleh dari data berbasis observasi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) jenis 3B43 yang diakses melalui ftp://disc2.nascom.nasa.gov/data/TRMM/Gridded/3B43_V6/ berupa data bulanan dengan periode Januari 1998–Desember 2008. Data diambil pada koordinat Berau (1°-1,5°LU; 118,5°-119°BT), Kutai Barat (0,5°-1,5°LU; 114°-116,5°BT), Kutai Timur (0,75°-1,5°LU; 116°-119°BT), dan Pasir (1°-2,5°LS; 115,5°-116,5°BT). (3). Data curah hujan observasi masing-masing untuk Kabupaten Berau, Kutai Barat, Kutai Timur, dan Pasir. Sementara metode yang digunakan berbasis Box-Jenkins (ARIMA) (Box and Jenkins, 1976).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

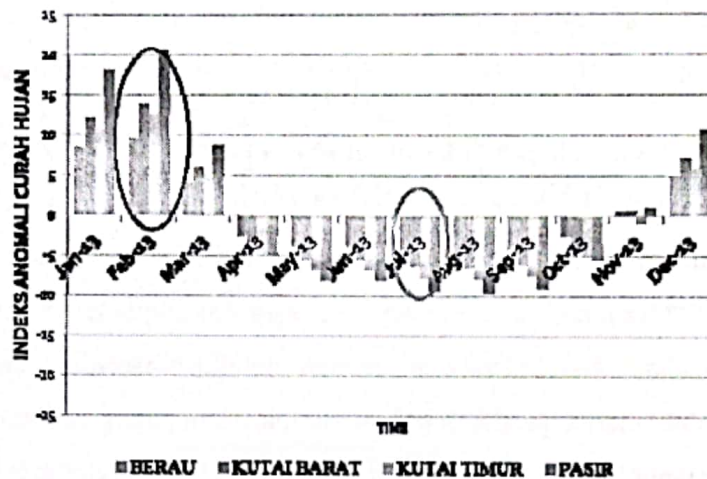
Hasil analisis berbasis teknik/metode ARIMA menunjukkan bahwa model yang relatif paling sesuai untuk perilaku curah hujan di kawasan sentra pangan di atas (Kabupaten Berau, Kutai Barat, Kutai Timur dan Pasir) adalah model SARIMA (*Seasonal ARIMA*) $(1,0,2)(1,1,1)^{12}$ dengan nilai koefisien korelasi antara data asli dan data model prediksi sebesar periode Januari 1998 hingga Desember 2008 sebesar 0.81.

Dengan menggunakan Metode Box-Jenkins dan melalui tahap identifikasi, penaksiran, dan pengujian, maka diperoleh model prediksi terbaik untuk Kabupaten Berau, Kutai Barat, Kutai Timur, dan Pasir yang menunjukkan bahwa pola curah hujan di Kalimantan Timur identik dengan pola *Australian Monsoon Index* (AUSMI) dengan persamaan sbb; $CH_{\text{Berau}} = 1.04 + 0.442 \text{ AUSMI}$, $CH_{\text{Kutai Barat}} = 1.49 + 0.631 \text{ AUSMI}$, $CH_{\text{Kutai Timur}} = 1.04 + 0.443 \text{ AUSMI}$, dan $CH_{\text{Pasir}} = 2.22 + 0.942 \text{ AUSMI}$ yang digambarkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perbandingan antara data asli (warna hitam, tidak terputus-putus) dengan data prediksi (warna merah, terputus-putus), masing-masing untuk Kabupaten Berau, Kutai Barat, Kutai Timur, dan Pasir periode Januari 1998 – Desember 2008

Sesuai dengan tujuan utama penelitian ini, maka berikut ditunjukkan hasil prediksi anomali curah hujan periode Januari 2013–Desember 2013 sebagai berikut:



Gambar 2. Prediksi anomali curah hujan di Kabupaten Berau, Kutai Barat, Kutai Timur, dan Pasir periode Januari hingga Desember 2013

Berdasarkan gambar di atas, terlihat bahwa hingga bulan Februari 2013 nanti, ke empat kawasan yang ditinjau yakni Kabupaten Berau, Kutai Barat, Kutai Timur dan Pasir akan tetap menunjukkan anomali curah hujan yang positif yang berarti masih menunjukkan musim basah. Sementara mulai bulan Maret hingga menjelang awal Desember 2013, akan terjadi pembalikan arah menjadi anomali negatif yang berarti terjadi musim kering panjang sekitar 9 bulan lamanya. Osilasi ini akan berjalan sempurna, tentunya dengan asumsi bilamana tidak ada mekansime lain yang akan mempengaruhinya, yakni fenomena *El-Nino* dan *Dipole Mode* sebagai buffer (penyangga atau peredam) terjadinya musim kering di empat kawasan *Food and Rice Estate* yang ada di Kalimantan Timur.

5. KESIMPULAN

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model *Seasonal ARIMA* (SARIMA) $(1,0,1)(1,1,1)^{12}$ merupakan model yang relatif paling sesuai untuk kondisi anomali curah hujan yang ada di kawasan *Food and Rice Estate* Provinsi Kalimantan Timur. Dari empat kawasan yang ditinjau, umumnya menunjukkan pola yang sama yang diawali dengan musim basah sejak Januari hingga April 2013, lalu mengalami musim kering panjang sejak April hingga November 2013. Hasil ini tentu akan valid bilamana faktor lain, seperti hadirnya *El-Niño* dan *La-Niña* diabaikan.

UCAPAN TERIMA KASIH. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sdri. Naziah Madani yang telah membantu banyak dalam hal pemrosesan data di atas, selain Pimpinan PSTA Lapan Bandung atas kesempatan yang diberikan kepada penulis pertama sebagai Peneliti Utama dari kegiatan IPKPP Ristek Tahun 2012, dimana makalah merupakan bagian dari hasil riset selama kegiatan IPKPP Ristek Tahun 2012 .

DAFTAR RUJUKAN

- Bey, Ahmad. 1987. *Metode Kausal dan Time Series Untuk Analisis Data Iklim*. Bogor : IPB.
- Box GEP, Jenkins GM, Reinsel GC. 1976. *Time Series Analysis : Forecasting and Control*. San Francisco : Holden-Day.
- Chatfield, Christopher. 1989. *The Analysis of Time Series An Introduction*. England: Chapman & Hall, Inc.
- Makridakis et al. 1988. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jilid Satu Ed ke-2. Untung SA dan Abdul B, penerjemah. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Forecasting, 2nd Edition.
- Mulyana. 2004. *Analisis Data Deret Waktu*. Bandung : Universitas Padjadjaran.