

**PERAMALAN PENCEMARAN UDARA OLEH *PARTICULATE MATTER* (PM10)
DI PEKANBARU DENGAN METODE BOX-JENKINS
(*FORECASTING OF AIR POLLUTION BY PARTICULATE MATTER (PM10) IN
PEKANBARU WITH BOX-JENKINS METHOD*)**

Ari Pani Desvina

Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Suska Riau, Pekanbaru
aripandesvina@uin-suska.ac.id dan aripandesvina@gmail.com
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Km. 15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

ABSTRACT

Box-Jenkins method is one of the methods used to model time series data and aims to predict data in the future. This paper discusses the trend of the data density particulate matter (PM10), and find the best model for the data density particulate matter (PM10), as well as determine the forecasting of air pollution by particulate matter (PM10) in Pekanbaru city in the future. The daily average data of density particulate matter (PM10) were taken from 01 December 2014 to 10 February 2015. The results showed that ARIMA(1,1,1) is an appropriate model, and this model can be used for forecasting analysis. The forecast results indicated that the concentration of particulate matter (PM10) increase if compared to the previous time. Therefore, the air quality of Pekanbaru city tends to alert phase and an increase in air pollution.

Keywords: ARIMA, Box-Jenkins, Particulate Matter (PM10)

ABSTRAK

Metode Box-Jenkins adalah salah satu metode yang digunakan untuk memodelkan data deret waktu dan bertujuan untuk meramalkan data pada waktu yang akan datang. Penelitian ini membahas tentang *trend* data kepekatan *particulate matter* (PM10), dan menemukan model terbaik untuk data kepekatan *particulate matter* (PM10) tersebut, serta menentukan hasil peramalan pencemaran udara oleh *particulate matter* (PM10) di Kota Pekanbaru pada waktu yang akan datang. Data pengamatan yang digunakan adalah data rata-rata kepekatan *particulate matter* (PM10) secara harian mulai dari 01 Desember 2014 sampai 10 Februari 2015. Hasil analisis pada penelitian ini mendapatkan model yang sesuai untuk data *particulate matter* (PM10) yaitu model ARIMA(1,1,1), model ini dapat digunakan untuk analisis peramalan. Hasil peramalan menunjukkan terjadinya peningkatan kepekatan *particulate matter* (PM10) dari waktu sebelumnya. Sehingga tahap kualitas udara di Kota Pekanbaru untuk waktu yang akan datang dalam tahap waspada dan terjadi peningkatan pencemaran udara.

Katakunci: ARIMA, Box-Jenkins, Particulate Matter (PM10)

1. PENDAHULUAN

Udara merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan. Seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi, maka pembangunan di pusat-pusat kota semakin meningkat yang mengakibatkan kualitas udara mengalami perubahan [9]. Adanya pembangunan di pusat kota, banyaknya pembangunan pabrik, dan banyaknya

perusahaan yang membuka lahan dengan cara pembakaran hutan secara liar, maka kondisi udara menjadi kering dan kotor. Selain itu, melonjaknya jumlah kendaraan bermotor juga mengakibatkan meningkatnya kepadatan di lalu lintas sehingga kualitas udara pun semakin memprihatinkan [8].

Pencemaran udara merupakan kehadiran sebarang bahan pencemar udara dalam atmosfer dengan ciri-ciri serta jangka waktu tertentu sebagaimana yang termaktub dalam undang-undang yang efeknya dapat mengakibatkan apapun terhadap kehidupan manusia, hewan, tumbuhan atau harta benda atau mengganggu kenyamanan serta kedamaian hidup suatu komunitas tertentu. Gas-gas pencemar udara yang utama adalah karbon monoksida, karbon dioksida, nitrogen oksida, nitrogen dioksida, *particulate matter* (PM₁₀) dan sebagainya [6]. *Particulate Matter* (PM₁₀) ialah abu atau debu yang berdiameter kurang dari 10 μm yang mampu memberi efek yang lebih serius terhadap resiko kesehatan manusia (seperti penyakit kekejangan, paru-paru, asma dan anemia), serta abu, asap, kabut, uap atau bahan-bahan lain yang dapat menghalangi penglihatan mata, selain itu dampak negatif juga terjadi pada hewan dan tumbuhan dibandingkan dengan partikel-partikel yang lebih besar yang umumnya terbentuk dari sumber tidak bergerak seperti kendaraan (ekzos kendaraan). *Particulate Matter* (PM₁₀) ini sebagian besar dihasilkan dari pembakaran hutan dan lahan secara liar [11].

Pencemaran udara merupakan isu lingkungan hidup yang sering dibicarakan di negara-negara Asia, seperti Negara Indonesia khususnya Provinsi Riau. Kondisi udara di Provinsi Riau kini tercatat berada dalam Kejadian Luar Biasa (KLB) yang diakibatkan oleh pembakaran hutan dan lahan secara liar. Badan Penanggulangan Bencana Nasional (BNPB) mengatakan bahwa kondisi kualitas udara di wilayah Pekanbaru dan sekitarnya sudah pada level berbahaya dengan kadar kepekatan partikel debu (PM₁₀) mencapai angka lebih dari 300 μm partikel debu.

Data BNPB juga menyebutkan, sebanyak 49.591 orang di wilayah Riau menderita penyakit akibat asap seperti ispa, pneumonia, asma, iritasi mata dan kulit. Selain menimbulkan penyakit, asap kabut di Provinsi Riau khususnya Kota Pekanbaru menyebabkan aktifitas masyarakat terganggu, seperti seluruh aktifitas pendidikan di Provinsi Riau khususnya Kota Pekanbaru dihentikan, mulai dari Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi. Selain itu, jarak pandang di jalan raya hanya ± 200 meter, sehingga menyebabkan aktivitas pengendara terhambat.

Penelitian-penelitian terkait yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti adalah tentang peramalan pencemaran udara, diantaranya: Cai (2008) yang mengkaji model SARIMA dan model VAR untuk digunakan dalam peramalan *time series* bagi data kepekatan karbon monoksida (CO) secara bulanan. Chelani et al (2004) telah melakukan penelitian tentang peramalan kepekatan karbon monoksida dengan menggunakan metode analisis *time series* tak linier.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka perlu dilakukan peramalan tentang data runtun waktu kepekatan *particulate matter* (PM_{10}) untuk waktu yang akan datang. Peramalan kepekatan *particulate matter* (PM_{10}) dilakukan dengan menggunakan metode Box-Jenkins. Mengingat pentingnya mengetahui pola pergerakan data pencemaran udara oleh *particulate matter* (PM_{10}) di Pekanbaru, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan satu bentuk model statistik yang sesuai untuk data pencemaran udara oleh *particulate matter* (PM_{10}) di Pekanbaru dengan menggunakan metode Box-Jenkins, serta menentukan peramalan tingkat kepekatan *particulate matter* (PM_{10}) di Pekanbaru untuk waktu yang akan datang dengan menggunakan model terbaik yang diperoleh berdasarkan metode Box-Jenkins. Sehingga dengan adanya hasil peramalan ini, maka Pemerintah Kota Pekanbaru dapat menjadikan penelitian ini sebagai pedoman untuk mengambil kebijakan di masa yang akan datang dalam mengatasi pencemaran udara.

Tinjauan Pustaka

Time Series dengan Model Box-Jenkins

Peramalan sangat penting dilakukan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan yaitu ekonomi, kesehatan, lingkungan, teknik, peternakan dan pertanian, dan lain-lain. Dengan adanya peramalan, suatu institusi dapat membuat suatu keputusan atau kebijakan tentang apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan fenomena yang terjadi sebelumnya. Analisis *time series* bertujuan untuk memperoleh satu uraian ringkas tentang ciri-ciri satu proses *time series* yang tertentu. *Time series* bermakna sebagai satu koleksi sampel yang dikaji secara berturut-turut melalui waktu [1].

Suatu *time series* y_t dapat dijelaskan dengan menggunakan suatu model trend $y_t = TR_t + \varepsilon_t$ dengan y_t = nilai *time series* pada masa t, TR_t = trend pada masa t, ε_t = ralat pada masa t [2].

Metode peramalan yang telah dikenalkan oleh G.E.P. Box dan G.M. Jenkins adalah metode Box-Jenkins. Model yang dihasilkan oleh metode Box-Jenkins ada beberapa model yaitu model *moving average* (MA), *autoregressive* (AR), satu kelas model yang berguna untuk *time series* yang merupakan kombinasi proses MA dan AR yaitu ARMA. Model-model ini adalah model dari metode Box-Jenkins yang linier dan stasioner. Sedangkan model untuk metode Box-Jenkins yang non stasioner adalah model ARIMA dan SARIMA. Proses membentuk model dengan metode Box-Jenkins dapat dilakukan dengan empat langkah. Langkah pertama yaitu identifikasi model, langkah kedua estimasi parameter model-model yang diperoleh, langkah ketiga verifikasi model dan langkah keempat menentukan hasil peramalan untuk waktu yang akan datang [1].

Identifikasi model dengan metode Box-Jenkins, pertama sekali yang harus ditentukan adalah apakah data *time series* yang hendak dilakukan peramalan adalah *stationary* atau *non-stationary*. Jika tidak *stationary*, kita perlu mengubah data *time series*

itu kepada data *time series* yang *stationary* dengan melakukan *differencing* beberapa kali sampai data *time series* tersebut adalah *stationary*. *Stationary* atau *non-stationary* suatu data dapat diuji dengan menggunakan plot *time series* data aktual dan plot pasangan ACF dan PACF [10].

Autocorrelation function (ACF) dan *Partial autocorrelation function* (PACF) digunakan untuk menentukan model sementara. Setelah model sementara diperoleh maka perlu dilakukan estimasi parameter dari model-model sementara tersebut. Estimasi parameter dapat dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Hasil estimasi parameter yang diperoleh harus diuji signifikansinya, sehingga model yang kita dapatkan benar-benar model yang sesuai untuk data [5].

Model yang diperoleh tidak dapat digunakan langsung untuk analisis selanjutnya yaitu peramalan, tetapi perlu dilakukan tahap berikutnya yaitu verifikasi model. Satu cara yang baik untuk memeriksa kecukupan keseluruhan model dari metode Box-Jenkins adalah analisis *residual* yang diperoleh dari model. Dengan demikian kita menggunakan uji statistik Ljung-Box untuk menentukan apakah K sampel pertama autokorelasi bagi *residual* menunjukkan kecukupan bagi model atau tidak. Uji statistik Ljung-Box adalah:

$$Q^* = n'(n'+2) \sum_{i=1}^K (n'-1)^{-1} r_i^2(\hat{\alpha}) \quad (1)$$

dengan $n' = n - d$, n = bilangan data *time series* asal, d = derajat *differencing*, $r_i^2(\hat{\alpha})$ = kuadrat dari $r_i(\hat{\alpha})$ sampel autokorelasi *residual* di lag i . H_0 = data adalah acak lawannya H_a = data adalah tidak acak. Jika Q^* lebih kecil dari $\chi_{[a]}^2(K - n_c)$, kita terima H_0 . *Residual* itu adalah tidak berkorelasi dan model tersebut dikatakan sesuai untuk data. Jika Q^* lebih besar dari $\chi_{[a]}^2(K - n_c)$ maka kita gagal terima H_0 . Model itu gagal mewakili data dan penentuan model yang baru hendak dilakukan [1].

Selain dari uji statistik Ljung-Box, dengan menggunakan plot ACF dan PACF residual dapat juga digunakan untuk verifikasi model. Jika nilai korelasi residual pada plot ACF dan PACF tidak ada yang memotong garis batas atas dan batas bawah nilai korelasi residual, maka model tersebut dikatakan model terbaik untuk analisis selanjutnya yaitu analisis peramalan. Setelah model yang ditetapkan adalah sesuai, kemudian peramalan *time series* untuk waktu yang akan datang dapat dilakukan [1],[7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

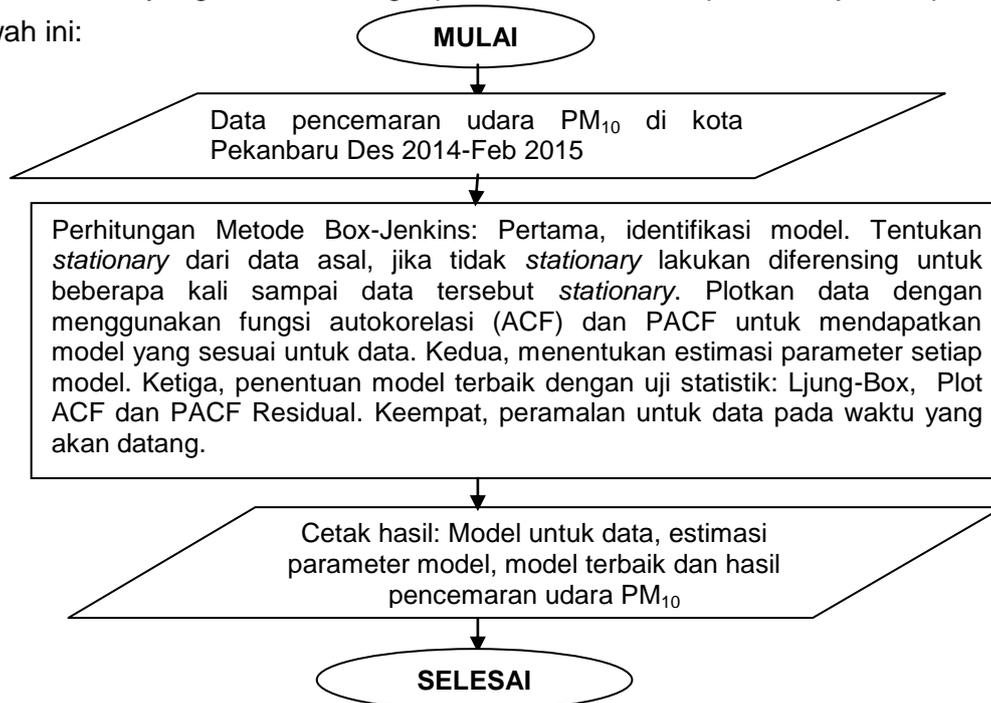
Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pencemaran udara oleh PM_{10} di kota Pekanbaru yang diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru,

yaitu data kadar kepekatan *particulate matter* (PM10) yang menyebabkan pencemaran udara setiap hari di kota Pekanbaru. Data ini adalah data pencemaran udara oleh *particulate matter* (PM10) secara harian. Data yang digunakan adalah data dari 1 Desember 2014 - 10 Februari 2015 sebanyak 72 data.

Metode Penelitian

Prosedur penelitian mempunyai aturan-aturan khusus dalam memasukkan data untuk dianalisis, yang disebut sebagai prosedur simulasi seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. *Flowchart* Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam proses membentuk model dengan metode Box-Jenkins terlalu besar dan susah dianalisis secara manual, maka proses ini dapat dilakukan dengan bantuan *software minitab versi 14, SPSS dan EVIEWS*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis deskriptif untuk data pencemaran udara PM10 di kota Pekanbaru dari 01 Desember 2014 – 10 Februari 2015 terdapat pada tabel berikut ini:

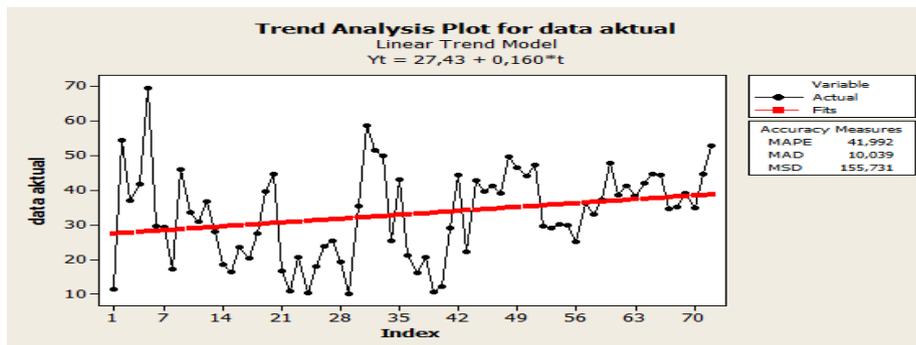
Tabel 1. Statistik Deskriptif Data Pencemaran Udara PM₁₀ di Kota Pekanbaru

Statistik Deskriptif untuk Data Jumlah Mahasiswa	
N	72
Rata-rata	33,25
Nilai Minimum	10,15

Nilai Maksimum	69,55
----------------	-------

Berdasarkan statistik deskriptif, diperoleh rata-rata pencemaran udara PM10 di kota Pekanbaru dari 01 Desember 2014-10 Februari 2015 adalah 33,25. Data pengamatan yang digunakan adalah data kepekatan PM10 secara harian selama 72 hari. Sedangkan kepekatan PM10 terendah yaitu 10,15 yang terjadi pada bulan Desember pada hari ke 29 Tahun 2014. Jumlah pencemaran udara maksimum terjadi pada Tahun 2014 pada bulan Desember pada hari ke 5 yaitu sebesar 69,55.

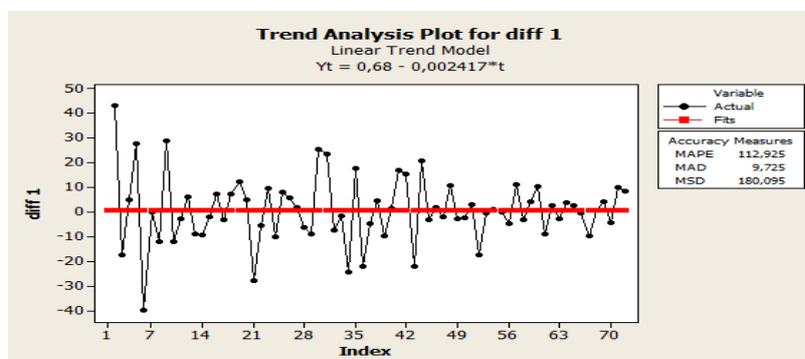
Plot *time series* data aktual kepekatan PM10 dari 01 Desember 2014–10 Februari 2015 dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Sumber Data: Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru

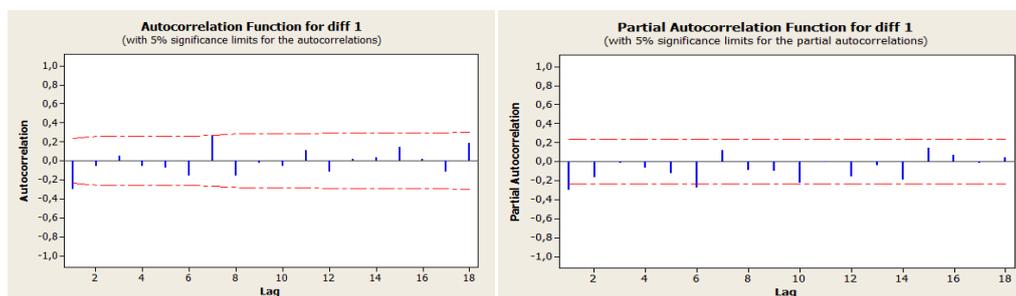
Gambar 2. Plot Data Aktual Tingkat Pencemaran Udara oleh PM10

Berdasarkan plot tersebut secara visual dapat dilihat bahwa ciri-ciri data PM10 mengalami *trend* naik dan tidak memenuhi syarat-syarat stasioner atau pergerakan data tidak mengikuti rata-rata *time series* yang konstan. Sehingga model Box-Jenkins yang digunakan adalah model untuk data yang tidak stasioner atau data yang mengalami *trend* naik. Karena data kepekatan *particulate matter* (PM10) tersebut tidak stasioner, maka perlu dilakukan differensing pertama, agar data kepekatan *particulate matter* (PM10) menjadi stasioner. Berikut adalah plot data kepekatan *particulate matter* (PM10) setelah dilakukan differensing pertama, yaitu:



Gambar 3. Plot Data Kepekatan *Particulate Matter* (PM10) Differensing Pertama

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa plot tersebut sudah menunjukkan terjadinya kestasioneran data kepekatan PM10, hal ini dilihat dari ciri-ciri plot data kepekatan PM10 tersebut yaitu adanya pergerakan ke atas dan ke bawah dalam waktu penelitian tersebut di sepanjang sumbu horizontal, dan sudah memenuhi syarat-syarat stasioner atau pergerakan data sudah mengikuti rata-rata *time series* yang konstan. Hal ini berarti data kepekatan PM10 setelah diferensing pertama sudah stasioner. Berikut ini adalah plot *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) untuk data kepekatan PM10 setelah diferensing pertama kota Pekanbaru. Berdasarkan plot ACF dan PACF pada gambar berikut dapat dilihat bahwa menyusut ke nol secara eksponensial, serta terlihat bahwa nilainya terpotong setelah *lag* pertama.



Gambar 4. Plot ACF dan PACF Data PM10 Diferensing Pertama

Berdasarkan plot pasangan ACF dan PACF tersebut, maka model sementara yang dapat digunakan adalah model $ARIMA(p,d,q)$ yaitu $ARIMA(1,1,1)$, $ARIMA(1,1,0)$, dan $ARIMA(0,1,1)$. Persamaan matematis untuk model $ARIMA(1,1,1)$ dapat ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$z_t = \delta + (1 + \phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} - \theta_1 a_{t-1} + a_t \quad (5)$$

Persamaan matematis untuk model $ARIMA(1,1,0)$ yaitu:

$$z_t = \delta + (1 + \phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t \quad (6)$$

Persamaan matematis untuk model $ARIMA(0,1,1)$ yaitu:

$$z_t = \delta + z_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t \quad (7)$$

Estimasi parameter pada ketiga model tersebut di atas menggunakan metode kuadrat terkecil yaitu:

Tabel 2. Nilai Parameter Model

Jenis	Nilai Anggaran	Standar Error	Nilai-t	Nilai-p	Signifikan
Model ARIMA(1,1,1)					
ϕ_1	0,4160	0,1138	3,66	0,001	Signifikan
θ_1	1,0390	0,0020	521,41	0,000	Signifikan
δ	0,10654	0,01599	6,66	0,000	Signifikan
Model ARIMA(1,1,0)					
ϕ_1	-0,4357	0,1076	-4,05	0,000	Signifikan
δ	0,530	1,505	0,35	0,726	Tidak Signifikan

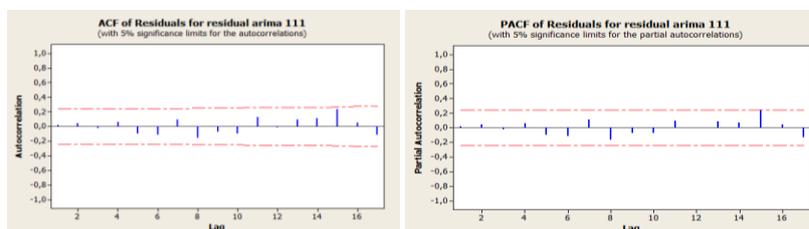
Model ARIMA(0,1,1)					
θ_1	0,6842	0,0866	7,90	0.000	Signifikan
δ	0,1440	0,4603	0,31	0,755	Tidak Signifikan

Berdasarkan nilai parameter masing-masing model yang ditunjukkan pada tabel di atas, bahwa semua parameter pada model ARIMA(1,1,1) adalah signifikan, sedangkan parameter konstanta pada model ARIMA(1,1,0) dan ARIMA(0,1,1) menunjukkan tidak signifikan. Sehingga parameter model yang tidak signifikan dapat dikeluarkan dari masing-masing modelnya. Agar model yang diperoleh dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu analisis peramalan data kepekatan *particulate matter* (PM10). Untuk menentukan model terbaik dari ketiga model tersebut, maka dapat dilakukan verifikasi diagnosis dengan menggunakan uji statistik yaitu uji Box-Pierce (Ljung-Box) dan uji independensi residual yaitu plot pasangan ACF dan PACF residual. Berikut adalah tabel nilai uji Box-Pierce (Ljung-Box):

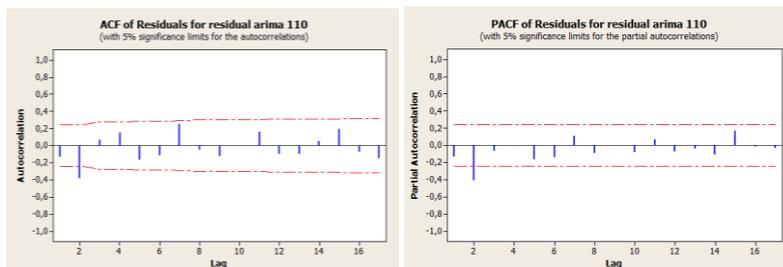
Tabel 3. Nilai Box-Pierce (Ljung-Box) untuk Data Kepekatan PM10

Lag	12	24	36
ARIMA(1,1,1)			
Nilai p	0.391	0.352	0.227
ARIMA(1,1,0)			
Nilai p	0.200	0.115	0.134
ARIMA(0,1,1)			
Nilai p	0.176	0.075	0.022

Nilai Box-Pierce (Ljung-Box) pada tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat satu lag pada model ARIMA (0,1,1) yang mempunyai nilai p kecil dari taraf signifikan (5%), maka model ARIMA(0,1,1) tersebut tidak sesuai untuk analisis peramalan. Sedangkan pada model ARIMA(1,1,1) dan ARIMA(1,1,0) semua lag mempunyai nilai p yang melebihi taraf signifikan (5%). Dengan demikian terdapat dua model yang sesuai untuk digunakan pada analisis selanjutnya yaitu analisis peramalan. Selain uji Box-Pierce (Ljung-Box) dapat juga menggunakan uji independensi residual yaitu plot pasangan ACF dan PACF residual untuk menentukan model yang sesuai untuk data. Berikut adalah pasangan plot ACF dan PACF residual model ARIMA(1,1,1) dan ARIMA(1,1,0) yaitu:



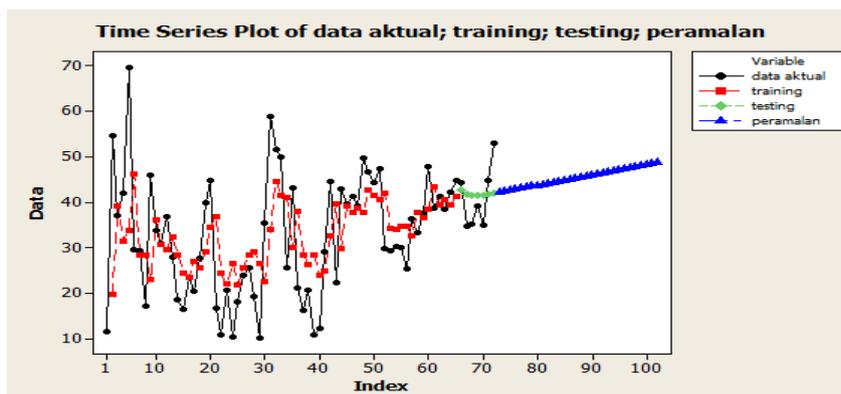
Gambar 5. Plot ACF dan PACF bagi Residual Model ARIMA(1,1,1)



Gambar 6. Plot ACF dan PACF bagi Residual Model ARIMA(1,1,0)

Berdasarkan pasangan plot ACF residual dan plot PACF residual pada kedua model tersebut, diketahui bahwa terdapat nilai *autocorrelation* dan *partial autocorrelation* di lag 2 pada plot ACF dan PACF residual untuk model ARIMA(1,1,0) memotong garis batas atas dan batas bawah nilai korelasi residual, sehingga model ini tidak layak digunakan untuk analisis selanjutnya atau tidak sesuai untuk data kepekatan PM10 yaitu peramalan kepekatan PM10. Berbeda dengan model ARIMA(1,1,1) diketahui bahwa lag-lag pada pasangan plot ACF dan PACF residual pada model tersebut tidak ada yang memotong garis batas atas dan batas bawah nilai korelasi residual. Dengan demikian model ARIMA(1,1,1) sesuai untuk data kepekatan PM10 yaitu peramalan kepekatan PM10 untuk waktu yang akan datang.

Tahap peramalan pada model ARIMA(1,1,1) ini adalah peramalan data *training*, data *testing* dan peramalan untuk waktu yang akan datang. Peramalan data *training* merupakan peramalan yang menggunakan data aktual yaitu dari 01 Desember 2014-10 Februari 2015. Peramalan data *testing* menggunakan data hasil ramalan training dari 04-10 Februari 2015, sedangkan hasil peramalan untuk waktu yang akan datang dari 11-28 Februari 2015 dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 7. Grafik Peramalan *Training*, *Testing*, Peramalan yang akan Datang

Berdasarkan gambar hasil peramalan tersebut, terlihat bahwa untuk data *training* nilai peramalannya mengikuti pola data aktual, karena data yang digunakan adalah data aktual. Sedangkan pada data *testing* nilai peramalannya tidak terlalu mendekati data aktual, karena data yang digunakan untuk peramalan data *testing* tanpa menggunakan data aktual. Selanjutnya peramalan untuk 18 hari yang akan datang mulai dari 11-28

Februari 2015 menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan jumlah kepekatan PM10 secara signifikan setiap hari jika dibandingkan dari waktu sebelumnya. Hasil peramalan yang diperoleh dapat menjadi panduan oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru yang bertugas dalam pengurusan kualitas udara di Kota Pekanbaru untuk mencari penyelesaian dan pencegahan terjadinya pencemaran udara di Riau khususnya di daerah Kota Pekanbaru.

4. KESIMPULAN

Peramalan *time series* dengan menggunakan metode Box-Jenkins merupakan salah satu metode yang sesuai dalam memprediksikan data tingkat pencemaran udara oleh PM10. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka model yang sesuai untuk data kepekatan PM10 tersebut adalah model ARIMA(1,1,1). Model ini adalah model terbaik yang dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu peramalan untuk waktu yang akan datang dari 11-28 Februari 2015. Hasil peramalan menunjukkan bahwa adanya peningkatan kepekatan PM10 yang signifikan dari hari ke hari jika dibandingkan dari waktu sebelumnya. Dengan demikian pihak Badan Lingkungan Hidup (BLH) dapat merencanakan suatu kebijakan mengenai adanya peningkatan kepekatan PM10 yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara, dimana dengan adanya hasil peramalan kepekatan PM10 ini, maka Pemerintah dapat mengantisipasinya lebih dini.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru, yang telah memberi bantuan kepada peneliti untuk mendapatkan data pencemaran udara.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowerman, B.L., O'Connell, R.T. & Koehler, A.B. *Forecasting, Time Series, Regression An applied approach*, 4th Edition. Belmont, CA: Thomson Brooks/cole. 2005.
- [2] Brocklebank, J.C. & David, A.D. *SAS for Forecasting Time Series*, 2th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2003.
- [3] Cai, X.H. *Time Series Analysis of Air Pollution CO in California South Coast Area, with Seasonal ARIMA model and VAR model*. Tesis Sarjana, University of California, Los Angeles. 2008.
- [4] Chelani, A.B., Gajghate, D.G., Phadke, K.M., Gavane, A.G., Nema, P. & Hasan, M.Z. Air Quality Status and Sources of PM₁₀ in Kanpur City, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2004. 74: 421-428.
- [5] Cryer, J.D. & Kung, S.C. *Time Series Analysis with Applications in R*. Springer Dordrecht Heidelberg London, New York. 2008.
- [6] Jasiman Ahmad. *Pencemaran Alam Sekitar, Siri Pencemaran Alam*. Petaling Jaya: Eddiplex Sdn. Bhd. 1996.
- [7] Maddala, G.S. *Introduction to Econometrics*. Edisi ke-2. New York: Macmillan Publishing Company. 1992.
- [8] Soedomo, M. *Pencemaran Udara*. Bandung. Penerbit ITB. 2001.

- [9] Vallack, H., Haq, G., Han, W.J. & Kim, C. Benchmarking Urban Air Quality Management and Practice in Major and Mega Cities of Asia. *Korea Environment Institute*, 2002. 4-57.
- [10] Wai, H.M., Teo, K. & Yee, K.M. FDI and Economic Growth Relationship: An Empirical Study on Malaysia. *International Business Research*, 2008. 1:2: 11-18.
- [11] Zaini, U. *Pengenalan Pencemaran Udara*. Cetakan kedua. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. 2000.