

PERAMALAN *PARTICULATE MATTER* (PM10) DI KAJANG MALAYSIA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *AUTOREGRESSIVE*

Ari Pani Desvina

Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau
aripani_desvina@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang peramalan data kepekatan *particulate matter* (PM10) dengan menggunakan metode Box-Jenkins di daerah Kajang Malaysia. Data pengamatan yang digunakan adalah data rata-rata kepekatan PM10 secara harian untuk satu tahun. Metode Box-Jenkins ini merupakan salah satu metode peramalan yang terdiri dari 4 langkah dasar yaitu identifikasi model, estimasi parameter model, pemilihan model terbaik dan peramalan. Hasil penelitian ini mendapatkan model yang sesuai untuk data PM10 yaitu model AR(1). Model ini dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu analisis peramalan. Hasil peramalan menunjukkan terjadinya penurunan kepekatan *particulate matter* (PM10) dari waktu sebelumnya. Hasil peramalan juga menunjukkan tahap kualitas udara di Kajang Malaysia untuk waktu yang akan datang dalam tahap sedang dan tidak terjadi peningkatan pencemaran udara.

Kata Kunci: AR, Box-Jenkins, *Particulate Matter*

ABSTRACT

This paper discusses the forecasting of particulate matter (PM10) in Kajang area of Malaysia by using Box-Jenkins method. The daily average data of PM10 were taken from Januari to December 2007 for model building. This method contains four steps namely identification of model, estimation of parameter, diagnostic examination and forecasting. The results showed that AR(1) is an appropriate model. Moreover, the forecast results indicated that the concentration of PM10 in 2008 decreased if compared with 2007. Therefore, the air quality of Kajang tends to medium level and the level of air pollution is also stable in 2008.

Key Words: AR, Box-Jenkins, *Particulate Matter*

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan satu fenomena yang sering dibicarakan, apalagi mengenai kualitas udara di daerah perkotaan. Hal ini menjadi penyumbang utama tentang masalah kesehatan dan isu lingkungan hidup di negara-negara Asia (Vallack et al. 2002).

Pencemaran merupakan kontaminasi biosfera dengan bahan-bahan yang berbahaya atau racun. Sedangkan udara adalah campuran gas dan lapisan tipis yang mengelilingi bumi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pencemaran udara adalah sebagai kehadiran sebarang bahan pencemar udara dalam atmosfer dengan ciri-ciri serta jangka waktu tertentu, sebagaimana yang tercantum dalam undang-undang yang dampaknya dapat mengakibatkan kehidupan manusia, hewan, tumbuhan atau harta benda atau mengganggu kenyamanan serta kedamaian hidup suatu komunitas tertentu (Zaini 2000 & Chelani et al. 2004).

Karbon monoksida, karbon dioksida, nitrogen oksida, nitrogen dioksida, *particulate*

matter dan sebagainya merupakan gas-gas pencemar udara yang utama. *Particulate matter* terdiri dari partikel padat dan cair yang tersebar luas di udara yang lebih besar dari molekul tunggal tetapi lebih kecil dari 500 μm (Zaini, 2000).

Pencemaran udara berasal dari pelepasan asap kotor oleh industri terus ke udara melalui cerobong asap pabrik, pembakaran terbuka dan lain-lain. Efek pencemaran udara yaitu penipisan lapisan ozon, asap, hujan asam dan pemanasan bumi (Jasiman, 1996). Berikut adalah sumber pencemaran udara yaitu:



Gambar 1. Sumber pencemaran udara

Particulate matter (PM10) ialah sebagai partikel yang berdiameter kurang dari $10 \mu\text{m}$ yang mampu memberi dampak yang serius terhadap resiko kesehatan manusia dibandingkan dengan partikel-partikel yang lebih besar yang umumnya terbentuk dari proses pembakaran bahan mentah, kendaraan (ekzos kendaraan), proses industri dan aktivitas pembakaran liar (DOE 2002).

PM10 yang berada di udara dapat menembus proses pernafasan paru-paru, berkumpul dan seterusnya mengendap di paru-paru. *Particulate matter* memasuki sistem pernafasan dan pulmonari manusia yang dapat menyebabkan penyakit asma, kesukaran bernafas, bronkitis kronis dan mengurangkan fungsi paru-paru. Selain itu, dapat juga mengakibatkan penurunan fungsi paru-paru dan mata, keradangan pada tenggorokan (Vallack et al. 2002).

Selain pada manusia, dampak negatif juga terjadi pada tumbuhan dan hewan. Dampak pada tumbuhan yaitu menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, hal ini disebabkan oleh terhalangnya cahaya matahari untuk sampai ke daun sehingga proses fotosintesis berkurang dan kadar pengambilan CO_2 jadi berkurang. Pada hewan dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernafasan hewan. Hewan yang memakan rumput dan daun yang tercemar fluorid akan menyebabkan bentuk tulang yang tidak normal (Jasiman, 1996).

Banyak penelitian-penelitian terkait yang telah dilakukan oleh peneliti 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 dan Devotta (2007) telah melakukan penelitian tentang peramalan kepekatan karbon monoksida dengan menggunakan metode analisis *time series* tak linier.

Berdasarkan fenomena-fenomena tersebut, penulis tertarik untuk membuat peramalan tentang kepekatan *particulate matter* (PM10) untuk waktu yang akan datang di daerah Kajang Malaysia. Sehingga dengan adanya hasil peramalan ini, maka Pemerintah Malaysia dapat menjadikan penelitian ini sebagai pedoman untuk mengambil kebijakan di masa yang akan datang.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *trend* data kepekatan *particulate matter* (PM10) di kawasan Kajang yang diamati secara harian dalam satu tahun. Selanjutnya menentukan model yang sesuai untuk data PM10 di kawasan tersebut. Serta melakukan peramalan terhadap kepekatan PM10 untuk waktu yang akan datang dengan menggunakan metode Box-Jenkins.

Tinjauan Pustaka

Time Series dengan Model Box-Jenkins

Peramalan sangat penting dilakukan diberbagai bidang ilmu yaitu ekonomi, kesehatan, lingkungan, teknik 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 berturutan melalui waktu (Bowerman et al. 2005).

Suatu *time series* y_t dapat dijelaskan dengan menggunakan suatu model *trend*:

$$y_t = TR_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

dengan y_t = nilai *time series* pada waktu t ,

TR_t = *trend* pada waktu t , dan ε_t = error pada waktu t (Bowerman et al. 2005).

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 (*stationary*). Proses membentuk model dengan metode Box-Jenkins dapat dilakukan dengan empat langkah dasar. 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 (Bowerman et al. 2005).

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 uji statistik yaitu uji *unit root*. Terdapat beberapa uji statistik yang dapat digunakan untuk menentukan *stationary* atau *non-stationary*. Uji yang sering digunakan adalah uji Augmented Dickey Fuller (ADF), uji ini dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

dengan α_i ; ($i = 1, \dots, n$) adalah parameter, t adalah waktu *trend* variabel dan ε_t adalah ralat (Brocklebank et al. 2003). Uji berikutnya adalah dengan menggunakan uji Phillips Perron (PP), persamaannya adalah:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

dengan α_0, α_1 adalah parameter, t adalah waktu *trend* variabel dan ε_t adalah ralat (Maddala 1992). Selain kedua uji tersebut, uji Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS) juga dapat digunakan untuk menguji *stationary* atau *non-stationary* data, dengan persamaannya adalah (Wai et al. 2008):

$$y_t = \alpha_0 + \varepsilon_t \quad (4)$$

Autocorrelation function (ACF) dan *Partial autocorrelation function* (PACF) digunakan untuk menentukan model sementara (Bowerman et al. 2005). *Autocorrelation function* (ACF) pada lag k , disimbolkan dengan r_k , ialah:

$$r_k = \frac{\sum_{t=b}^{n-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{\sum_{t=b}^n (z_t - \bar{z})^2} \quad (5)$$

$$\text{dengan } \bar{z} = \frac{\sum_{t=b}^n (z_t)}{(n-b+1)} \quad (6)$$

Nilai ini berkaitan dengan hubungan linear antara sampel *time series* yang dipisahkan oleh lag k unit waktu. Ini dapat dibuktikan r_k selalu berada antara interval -1 dan 1. *Partial autocorrelation function* (PACF) adalah sama dengan ACF tetapi memiliki ciri *series* yang berbeda. Pertama, PACF untuk *time series* tidak bermusim boleh terpangkas. Lagipula, kita mengatakan bahwa PACF memotong setelah lag k jika r_{kk} ACF pada lag k adalah besar secara statistik (Bowerman et al. 2005). Oleh itu PACF pada lag k dapat ditulis jika nilai mutlak:

$$t_{rkk} = \frac{r_{kk}}{s_{rkk}} > 2 \quad (7)$$

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 (Cryer et al. 2008).

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:

$$Q^* = n'(n'+2) \sum_{l=1}^K (n'-1)^{-1} r_l^2(\hat{\alpha}) \quad (8)$$

dengan $n' = n - d$, n = bilangan data *time series* asal, d = derajat *differencing*, $r_l^2(\hat{\alpha})$ = kuadrat dari $r_l(\hat{\alpha})$ sampel autokorelasi *residual* di lag l . 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 (Bowerman et al. 2005).

Selain dari uji statistik Ljung-Box, dengan menggunakan plot ACF dan PACF residual dan histogram kenormalan residual dapat juga digunakan untuk verifikasi model. Setelah model yang ditetapkan adalah sesuai, kemudian peramalan *time series* untuk waktu yang akan datang dapat dilakukan.

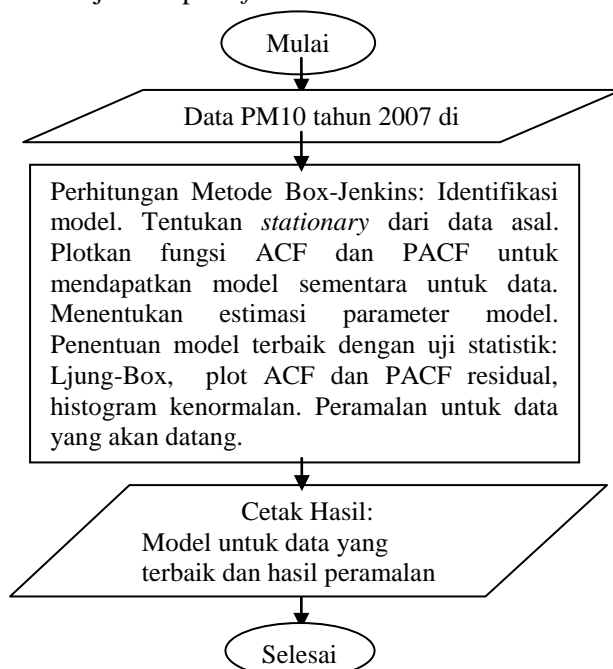
BAHAN DAN METODE

Data

Salah satu gas pencemar udara yang berbahaya adalah *particulate matter* (PM10). Dengan demikian penulis tertarik menggunakan data PM10 untuk penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Kantor Alam Sekitar (JAS) Putrajaya Malaysia. Data ini diamati secara harian untuk satu tahun. Batasan untuk data tersebut adalah data rata-rata kepekatan PM10 secara harian pada tahun 2007 dengan daerah pengamatan yaitu Kajang Malaysia.

Metode Penelitian

Pembentukan model dengan menggunakan metode Box-Jenkins dapat melalui beberapa tahap, seperti yang ditunjukkan pada *flowchart* berikut ini:



Gambar 2. *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 13.20, SPSS dan EVIEWS*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

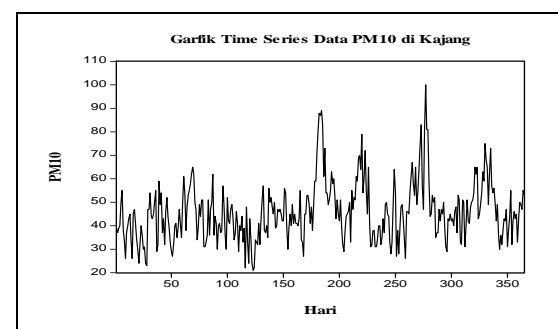
Analisis deskriptif untuk data kepekatan *particulate matter* (PM10) secara harian untuk tahun 2007 di daerah Kajang Malaysia terdapat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Statistik Deskriptif Data PM10

Statistik Deskriptif untuk Data PM10	
N	365
Rata-rata	45.84
Standar Deviasi	12.53
Nilai Minimum	21
Nilai Maksimum	100

Berdasarkan statistik deskriptif yang ada pada Tabel 1 di atas, maka diperoleh hasil bahwa rata-rata data PM10 adalah 45.84 *ug/cu.m* dengan ukuran sampelnya 365. Nilai minimum kepekatan PM10 adalah 21 *ug/cu.m*, sedangkan nilai maksimum kepekatan PM10 yaitu 100 *ug/cu.m*.

Plot pada Gambar 3 adalah plot *time series* untuk data asal PM10 di daerah Kajang dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 3. Plot kepekatan PM10 di Kajang Malaysia terhadap waktu (hari)
Sumber: Jabatan Alam Sekitar (JAS) Putrajaya Malaysia

Berdasarkan plot pada Gambar 3 tersebut terlihat bahwa ciri-ciri data kepekatan *particulate matter* (PM10) cenderung *stationary*. Selain melihat secara visual terhadap plot data, kestasioneran data dapat diuji dengan melakukan uji *unit root*. *Stationary* atau *non-stationary* dapat diuji

dengan uji Augmented Dickey Fuller (ADF), Phillips Perron (PP) dan Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS) (Brocklebank et al. 2003; Maddala 1992 & Wai et al. 2008).

Tabel-tabel berikut adalah nilai statistik untuk uji ADF, PP dan KPSS:

Tabel 2. Nilai uji ADF berbanding dengan nilai kritik MacKinnon

Anggaran	Statistik - t	Nilai - p
Augmented Dickey Fuller (ADF)	-8.2028	0.0000
Nilai Kritik MacKinnon	1 % -3.4481	
	5 % -2.8693	
	10 % -2.5709	

Tabel 3. Nilai uji PP berbanding dengan nilai kritik MacKinnon

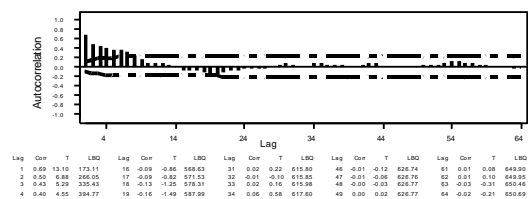
Anggaran	Statistik - t	Nilai - p
Phillips Perron (PP)	-8.4014	0.0000
Nilai Kritik MacKinnon	1 % -3.4481	
	5 % -2.8693	
	10 % -2.5709	

Tabel 4. Nilai uji KPSS berbanding dengan nilai kritik MacKinnon

Anggaran	Statistik - t
Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)	0.4345
Nilai Kritik MacKinnon	1 % 0.7390
	5 % 0.4630
	10 % 0.3470

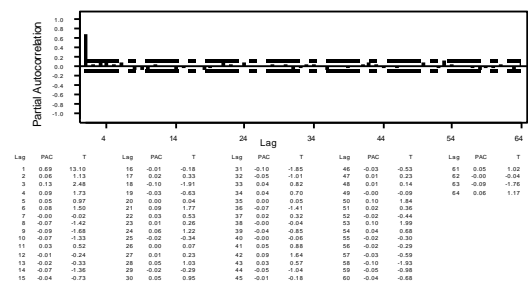
Berdasarkan uji ADF dan PP menunjukkan bahwa nilai mutlak statistik t lebih besar dari nilai mutlak bagi kritik MacKinnon. Sedangkan uji KPSS menunjukkan bahwa nilai mutlak statistik t lebih kecil dari nilai mutlak bagi kritik MacKinnon. Hal ini berarti bahwa hasil analisis ketiga uji statistik tersebut menunjukkan bahwa data kepekatan *particulate matter* (PM10) di daerah Kajang Malaysia adalah sudah *stationary*. Berikut ini adalah plot *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) untuk data asal kepekatan *particulate matter* (PM10) di daerah Kajang Malaysia. Berdasarkan plot ACF pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa menyusut ke nol secara sinus, sedangkan plot untuk PACF pada Gambar 5 terlihat bahwa nilainya terpangkas setelah lag pertama.

Autocorrelation Function (ACF) Data PM10 di Kajang



Gambar 4. Plot ACF untuk data PM10 di Kajang Sumber: Jabatan Alam Sekitar (JAS) Putrajaya Malaysia

Partial Autocorrelation Function (PACF) Data PM10 di Kajang



Gambar 5. Plot PACF untuk data PM10 di Kajang Sumber: Jabatan Alam Sekitar (JAS) Putrajaya Malaysia

Berdasarkan pasangan plot ACF dan PACF pada Gambar 4 dan 5 tersebut, maka model sementara untuk data asal kepekatan *particulate matter* (PM10) di daerah Kajang adalah AR(p) yaitu AR(1). Rumus bagi model AR(1) ditunjukkan oleh persamaan sebagai berikut:

$$z_t = \delta + \phi_1 z_{t-1} + a_t \tag{9}$$

Model AR (1) dapat digunakan karena dilihat dari plot ACF dan PACF yaitu grafik menurun ke nol secara sinus dan terpangkas setelah lag pertama.

Estimasi parameter pada model AR(1) tersebut yaitu:

Tabel 5. Nilai Parameter Model AR(1)

Jenis	Nilai Estimasi	Nilai-t	Nilai-p	Signifikan
ϕ_1	0.686	17.96	0.000	Signifikan
δ	14.407	31.83	0.000	Signifikan

Berdasarkan tabel estimasi parameter pada Tabel 5 untuk model AR(1) tersebut, diperoleh bahwa kedua nilai parameternya adalah signifikan, karena nilai-p kedua parameter tersebut lebih kecil dari taraf

toleransi $\alpha = 0.05$. Sehingga diperoleh persamaan model AR(1) sebagai berikut:

$$z_t = 14.4071 + 0.6864z_{t-1} + a_t \quad (10)$$

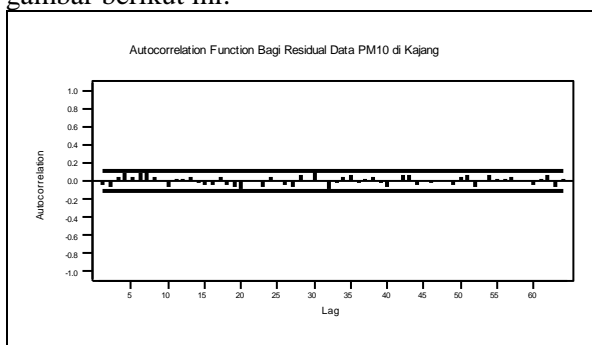
Agar model yang diperoleh dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu analisis peramalan data *particulate matter* (PM10), maka dapat dilakukan verifikasi model AR(1) terlebih dahulu. Uji statistik yang digunakan untuk verifikasi model adalah uji Box-Pierce (Ljung-Box).

Tabel 6. Box-Pierce (Ljung-Box) Data Kepekatan PM10 di Daerah Kajang

Susulan	10	20	30	40
AR(1)				
Q^*	12.43	25.86	30.93	39.97
Nilai p	0.190	0.134	0.369	0.427

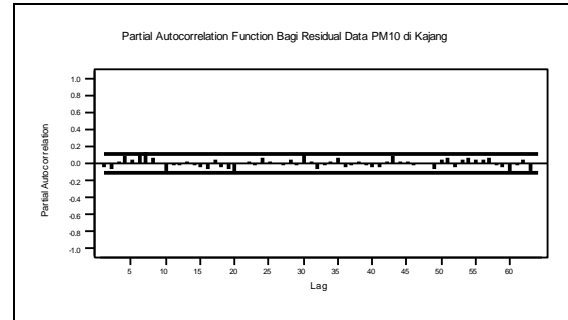
Tabel 6 menunjukkan bahwa semua nilai p untuk semua lag untuk model AR(1) adalah melebihi 0.05. Hal ini berarti bahwa residual data PM10 tidak terjadi korelasi dan residual data terdapat kerandoman data. Maka model AR(1) adalah sesuai dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Berdasarkan plot pada Gambar 6 dan 7 berikut diperoleh bahwa semua lag terletak diantara batas atas dan batas bawah nilai korelasi *residual* untuk *autocorrelation function* (ACF) *residual* dan plot *partial autocorrelation function* (PACF) *residual* pada model AR(1) seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 6. Plot ACF Bagi *Residual* Data PM10 di Kajang Malaysia

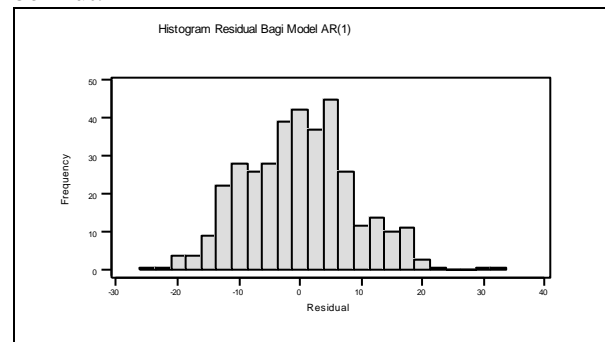
Sumber: Jabatan Alam Sekitar (JAS) Putrajaya Malaysia



Gambar 7. Plot PACF Bagi *Residual* Data PM10 di Kajang Malaysia

Sumber: Jabatan Alam Sekitar (JAS) Putrajaya Malaysia

Selain plot pasangan ACF *residual* dan PACF *residual* tersebut, tahap verifikasi model dapat juga dilakukan dengan membuat histogram kenormalan residual. Plot kenormalan residual dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 8. Histogram Kenormalan Residual

Sumber: Jabatan Alam Sekitar (JAS) Putrajaya Malaysia

Histogram kenormalan residual (Gambar 8) tersebut menunjukkan plot membentuk kurva normal. Sehingga dapat dikatakan bahwa model AR(1) tersebut adalah model yang sesuai untuk data *particulate matter* (PM10) di daerah Kajang Malaysia. Model ini akan digunakan dalam peramalan untuk 10 hari berikutnya.

Tabel 7. Hasil peramalan untuk masa yang akan datang dengan model AR(1) di daerah Kajang

Waktu (Hari)	Nilai Ramalan	95% Batas Bawah	95% Batas Atas
364	45.9898	20.8218	71.1578
365	45.9897	20.8217	71.1577
366	45.9897	20.8217	71.1577
367	45.9897	20.8217	71.1577
368	45.9897	20.8217	71.1577
369	45.9897	20.8217	71.1577
370	45.9897	20.8217	71.1577
371	45.9896	20.8216	71.1576
372	45.9896	20.8216	71.1576
373	45.9896	20.8216	71.1576

Berdasarkan Tabel 7 hasil ramalan tersebut, maka terlihat bahwa nilai ramalan untuk waktu yang akan datang menunjukkan penurunan kepekatan *particulate matter* (PM10) dari waktu sebelumnya. Dengan hasil peramalan ini menunjukkan bahwa, tahap kualitas udara untuk waktu yang akan datang dalam tahap menengah dan tidak terjadi peningkatan pencemaran udara.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Metode Box-Jenkins merupakan salah satu metode analisis runtun waktu yang sesuai dalam meramalkan data kualitas udara. Berdasarkan hasil dan pembahasan maka diperoleh model yang sesuai untuk data kepekatan *particulate matter* (PM10) di daerah Kajang Malaysia adalah model AR(1). Berikut adalah persamaan model AR(1) yaitu model $z_t = 14.4071 + 0.6864z_{t-1} + a_t$. Model ini dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu analisis peramalan data yang akan datang. Berdasarkan nilai hasil peramalan menunjukkan penurunan kepekatan *particulate matter* (PM10) untuk 10 hari berikutnya, hal ini terlihat bahwa tahap kualitas udara di daerah Kajang Malaysia berada pada tahap sedang dan tidak terjadi peningkatan pencemaran udara.

Hasil peramalan yang diperoleh dapat menjadi panduan oleh Departemen Alam Sekitar yang bertugas dalam pengurusan kualitas udara di Malaysia untuk mencari penyelesaian dan pencegahan terjadinya

pencemaran udara di Malaysia khususnya di daerah Kajang.

Saran

Hasil analisis yang diperoleh dalam penelitian ini hanya berlaku untuk data kepekatan *particulate matter* (PM10) di daerah Kajang. Data dengan ukuran sampel yang lebih besar dapat memberikan hasil analisis yang lebih bagus. Sehingga pihak-pihak terkait dapat mencari solusi sebelum terjadinya pencemaran udara untuk waktu yang akan datang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Mohd Amir Bin Ismail sebagai pegawai Bidang Udara di kantor Alam Sekitar Putrajaya, yang telah memberi bantuan kepada peneliti untuk mendapatkan data pencemaran udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowerman, B.L., O'Connell, R.T. & Koehler, A.B.** 2005. *Forecasting, Time Series, Regression An applied approach*, 4th Edition. Belmont, CA: Thomson Brooks/cole.
- Brocklebank, J.C. & David, A.D.** 2003. *SAS for Forecasting Time Series*, 2th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cai, X.H.** 2008. *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.
- Chelani, A.B., Gajghate, D.G., Phadke, K.M., Gavane, A.G., Nema, P. & Hasan, M.Z.** 2004. Air Quality Status and Sources of PM₁₀ in Kanpur City, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 74: 421-428.
- Cryer, J.D. & Kung, S.C.** 2008. *Time Series Analysis with Applications in R*. Springer Dordrecht Heidelberg London, New York.
- Department of Environment (DOE).** 2002. Malaysia Environment Quality Report 2002. Kuala Lumpur: *Ministry of Science, Technology and Environment*, Malaysia.

Jasiman Ahmad. 1996. *Pencemaran Alam Sekitar, Siri Pencemaran Alam*. Petaling Jaya: Eddiplex Sdn. Bhd.

Maddala, G.S. 1992. *Introduction to Econometrics*. Edisi ke-2. New York: Macmillan Publishing Company.

Vallack, H., Haq, G., Han, W.J. & Kim, C. 2002. Benchmarking Urban Air Quality Management and Practice in Major and Mega Cities of Asia. *Korea Environment Institute*, 4-57.

Wai, H.M., Teo, K. & Yee, K.M. 2008. FDI and Economic Growth Relationship: An Empirical Study on Malaysia. *International Business Research*, 1:2: 11-18.

Zaini, U. 2000. *Pengenalan Pencemaran Udara*. Cetakan kedua. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.