

PENERAPAN MODEL *VECTOR AUTOREGRESSIVE* (VAR) UNTUK PERAMALAN CURAH HUJAN KOTA PEKANBARU

¹Ari Pani Desvina, ²Ratnawati

^{1,2}Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau
E-mail: ¹aripanidesvina@gmail.com, ²recharecha55@yahoo.com

ABSTRAK

Curah hujan merupakan salah satu unsur dari cuaca dan iklim, yang memiliki hubungan dinamis terhadap unsur-unsur cuaca lainnya seperti dengan temperatur udara, kelembaban udara, dan lain-lain. Model *Vector Autoregressive* (VAR) merupakan salah satu model yang digunakan untuk menentukan peramalan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan peramalan curah hujan dengan variabel yang lain di kota Pekanbaru dengan menggunakan model *Vector Autoregressive* (VAR). VAR merupakan suatu sistem persamaan yang memperlihatkan setiap variabel sebagai fungsi linear dari konstanta dan nilai *lag* (lampau) dari variabel itu sendiri, serta nilai *lag* dari variabel lain yang ada dalam model. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data runtun waktu yaitu data unsur-unsur cuaca dan iklim yaitu curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara yang diperoleh dari BMKG kota Pekanbaru bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011. Hasil analisis pada penelitian ini mendapatkan model yang sesuai untuk data curah hujan kota Pekanbaru adalah model VAR(2). Hasil peramalan diperoleh bahwa curah hujan mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan dari hari ke hari.

Kata kunci: Curah hujan, model VAR, model VAR(2)

ABSTRACT

Rainfall is one of the elements of weather and climate, which has a dynamic relationship to other weather elements such as air temperature, air humidity, and others. *Vector Autoregressive* (VAR) model is one of the model that used to determine forecasting. The purpose of research is to determine the forecasting of rainfall through other variables in Pekanbaru with VAR. The data that is used in this case is time series data, those are elements of weather and climate, air humidity and air temperature that were obtained from BMKG Pekanbaru from October 2011 to December 2011. The appropriate model that has been obtained for rainfall data in Pekanbaru is the VAR(2) model. The results show that rainfall forecasting has increased and decreased non-significantly from day to day.

Key Words: Rainfall, VAR model, VAR(2) model

PENDAHULUAN

Cuaca dan iklim merupakan salah satu komponen ekosistem alam sehingga kehidupan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan tidak terlepas dari pengaruh alam dengan segala prosesnya. Cuaca dan iklim memiliki hubungan dinamis terhadap unsur-unsur cuaca yang lain seperti kelembaban udara, temperatur udara dan curah hujan (Gunarsih, 2008).

Informasi data curah hujan sangat berguna dalam berbagai bidang diantaranya perairan, perhubungan dan pertanian. Bidang perhubungan, peramalan curah hujan digunakan untuk menentukan apakah keadaan cuaca mendukung untuk digunakannya media transportasi (khususnya pesawat terbang dan kapal laut). Bidang perairan, peramalan curah hujan digunakan untuk menentukan musim

curah hujan atau musim kemarau. Peramalan dapat membantu permasalahan yang akan timbul seperti kekurangan ataupun kekeringan air. Secara umum manfaat informasi data curah hujan adalah meningkatkan kewaspadaan terhadap akibat negatif yang dapat ditimbulkan oleh curah hujan sehingga terhindar dari kerugian dan bencana.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka perlu dilakukan peramalan tentang data runtun waktu curah hujan beserta unsur-unsur yang berkaitan untuk periode mendatang. Peramalan untuk data runtun waktu curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara dapat dilakukan dengan model runtun waktu tunggal (*univariat*) dan dapat juga dilakukan secara bersamaan (*multivariat*). Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan dalam model bersama

adalah *Vector Autoregressive* (VAR) (Enders, 1995).

Terdapat banyak penelitian yang menggunakan VAR, diantaranya Hidayatullah (2011) menggunakan analisis VAR untuk menganalisis pengaruh harga migas terhadap indeks harga konsumen (IHK). Diah (2008) menggunakan analisis VAR untuk meramalkan harga saham PT. Indofood Sukses Makmur Indonesia Tbk. S. Yonathan (2003) penelitian analisis VAR terhadap korelasi antara pendapatan nasional dan investasi Pemerintah di Indonesia.

Mengingat pentingnya mengetahui data curah hujan di waktu yang akan datang, maka penelitian ini membahas masalah tentang prediksi terhadap curah hujan dengan variabel yang lain di kota Pekanbaru. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan peramalan curah hujan dengan variabel yang lain di kota Pekanbaru dengan menggunakan model *Vector Autoregressive* (VAR). Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai sarana informasi bagi Pemerintah mengenai data curah hujan di kota Pekanbaru pada waktu yang akan datang, sehingga memudahkan Pemerintah dalam menentukan kebijakan, proses pengambilan keputusan dan membuat rencana masa depan.

Tinjauan Pustaka

Unsur Cuaca dan Iklim

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (Handoko, 1993). Curah hujan juga didefinisikan sebagai tinggi air (mm) yang diterima permukaan sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi dan peresapan kedalam tanah. Kelembaban udara adalah jumlah uap air di udara (atmosfer) pada saat dan tempat tertentu. Kelembaban udara ditentukan oleh jumlah uap air yang terkandung di dalam udara. Temperatur udara adalah keadaan panas atau dinginnya udara (Lakitan 2002).

Peramalan sangat diperlukan dalam berbagai bidang, yaitu ketika suatu prediksi masa depan harus diikutsertakan dalam proses pengambilan keputusan. Sebagai contoh, prediksi tentang pencemaran udara, kualitas air, laju pengangguran, laju inflasi dan beberapa hal yang berkaitan dengan penentuan kebijakan pemerintah. Peramalan proses menduga sesuatu

yang akan terjadi di masa yang akan datang. Menurut teori peramalan (*forecasting*) adalah perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi.

Vector Autoregressive (VAR)

VAR merupakan suatu sistem persamaan yang memperlihatkan setiap variabel sebagai fungsi linear dari konstanta dan nilai *lag* (lampau) dari variabel itu sendiri, serta nilai *lag* dari variabel lain yang ada dalam model. Definisi dari model VAR adalah semua variabel yang ada di dalam model VAR adalah *endogeneous*. Secara umum model VAR *lag p* untuk *n* peubah dapat diformulasikan sebagai berikut (R Ajija S dkk, 2011) :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

dengan Y_t, Y_{t-i} adalah vektor berukuran $n \times 1$ yang berisi *n* peubah yang masuk dalam model VAR pada waktu *t* dan $t - i$, $i = 1, 2, \dots, p$, A_0 adalah vektor intersep berukuran $n \times 1$, A_i adalah matriks koefisien berukuran $n \times n$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, p$, e_t adalah vektor sisaan berukuran $n \times 1$ yaitu $(e_{1t}, e_{2t}, \dots, e_{nt})^T$, *p* adalah *lag* VAR, *t* adalah periode amatan.

Model dari VAR yang terdiri dari dua variabel dan 1 *lag* adalah :

$$\text{VAR}(1): Y_t = \alpha_{10} + \alpha_{11} Y_{t-1} + \alpha_{12} X_{t-1} + e_{1t} \\ X_t = \alpha_{20} + \alpha_{21} Y_{t-1} + \alpha_{22} X_{t-1} + e_{2t} \quad (3)$$

Persamaan (2) dan (3) dapat dibentuk ke dalam matriks sehingga menjadi :

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ X_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dari data *times series* agar terbentuk model VAR adalah stasioner bersama dan independensi *error* (*error* tidak ada autokorelasi). Uji *Portmanteau* digunakan untuk melakukan diagnostik terhadap independensi *error*. Adapun hipotesis uji *Portmanteau* adalah $H_0 : r_1 = r_2 = \dots = r_p = 0$ (*error* tidak ada autokorelasi) lawan $H_1 : r_1 = r_2 = \dots = r_p \neq 0$ (*error* terdapat autokorelasi). Statistik uji *Portmanteau* adalah sebagai berikut (Enders, 1995):

$$Q = T \sum_{i=1}^p \text{tr}(R_i^T R_e^{-1} R_i R_e^{-1}) \quad (5)$$

dengan *T* adalah banyak pengamatan untuk *error*, R_e adalah matriks korelasi *error* model VAR berukuran $n \times n$, R_i adalah matriks korelasi *error* model VAR sampai *lag* ke *p*

berukuran $n \times n$, P adalah lag VAR, n adalah banyak parameter VAR. Statistik Q mengikuti sebaran *Chi-Square* dengan derajat bebas n^2p . Jika nilai $Q < Chi - Square$ maka terima H_0 yang berarti *error* tidak ada autokorelasi.

Langkah-Langkah dalam Membentuk Model VAR

Proses membentuk model VAR dapat dilakukan dengan enam langkah dasar. Langkah pertama yaitu uji kestasioneran data, langkah kedua penentuan lag VAR, langkah ketiga uji kausalitas Granger, langkah keempat estimasi parameter model VAR, langkah kelima menentukan hasil peramalan untuk waktu yang akan datang dan langkah keenam uji kebaikan hasil peramalan.

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:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

dengan $\alpha_i; (i = 1, \dots, n)$ 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:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

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):

$$y_t = \alpha_0 + \varepsilon_t \quad (8)$$

Selain uji unit root, plot *Autocorrelation function* (ACF) dan *Partial autocorrelation function* (PACF) dapat juga digunakan untuk menentukan kestasioneran data. Setelah uji kestasioneran maka perlu dilakukan penentuan lag yang digunakan untuk menentukan panjang lag optimal yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya dan akan menentukan estimasi parameter untuk model VAR. Penentuan lag VAR dapat ditentukan dengan menggunakan AIC (*Akaike Information Criterion*), SIC (*Schwarz Information Criterion*) dan HQ (*Hannan-Quinn Information Criterion*). AIC, SIC dan HQ mengukur kebaikan model yang memperbaiki kehilangan derajat bebas ketika lag tambahan dimasukkan dalam model. Lag VAR ditentukan oleh nilai lag yang menghasilkan AIC, SIC dan HQ paling kecil (Brocklebank, et.al, 2003). Kriteria untuk menguji lag VAR dengan statistik AIC, SIC dan HQ adalah:

$$\begin{aligned} AIC_{(p)} &= \ln|\bar{\Sigma}_{(p)}| + \frac{2}{T}pn^2SIC_{(p)} = \\ &\ln|\bar{\Sigma}_{(p)}| + \frac{\ln T}{T}pn^2 \quad (9) \\ HQ_{(p)} &= \ln|\bar{\Sigma}_{(p)}| + \frac{2\ln \ln T}{T}pn^2 \end{aligned}$$

dengan T adalah jumlah pengamatan, p adalah lag dari variabel, n adalah banyaknya variabel, $|\bar{\Sigma}_{(p)}|$ adalah determinan matriks varian kovarian *error*.

Setelah lag VAR diperoleh maka langkah berikutnya yaitu uji kausalitas Granger. Uji kausalitas Granger adalah suatu uji yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan kausalitas antar variabel yang diamati (R. Ajijja S dkk, 2011). Uji kausalitas Granger digunakan untuk melihat arah hubungan diantara variabel-variabel. Model persamaan kausalitas Granger adalah persamaan *unrestricted* dan persamaan *restricted*. Persamaan *unrestricted* yaitu variabel bebas yang disertakan dalam model adalah nilai lag dari semua variabel yang ada, dengan bentuk persamaan yaitu:

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + e_{1t} \quad (10)$$

dengan Y_t adalah nilai variabel Y pada waktu ke- t , m adalah banyak lag, α_i adalah koefisien dari lag ke i variabel Y pada model *unrestricted*, β_i adalah koefisien dari lag ke- i variabel ke X , X_{t-i} adalah nilai variabel X pada lag ke- i , yang mana t lebih besar dari i , e_{1t} *error* pada waktu ke- t . Sedangkan model

persamaan *restricted* yaitu variabel bebas yang disertakan dalam model hanya nilai *lag* dari variabel tak bebas itu sendiri (variabel Y):

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + e_{2t} \quad (11)$$

dengan e_{2t} adalah *error* pada waktu ke- t . Ada atau tidaknya kausalitas dapat diuji melalui uji F_{hitung} . Persamaan untuk F_{hitung} adalah sebagai berikut :

$$F_{hitung} = (n - k) \frac{RSS_R - RSS_{UR}}{m(RSS_{UR})} \quad (12)$$

dengan RSS_R adalah nilai jumlah kuadrat *error* dalam persamaan *restricted*, RSS_{UR} adalah jumlah kuadrat *error* dalam persamaan *unrestricted*, n adalah banyak observasi, m adalah banyak *lag*, k adalah banyaknya parameter yang diestimasi didalam persamaan *unrestricted*. Adapun hipotesis dalam uji kausalitas Granger adalah $H_0: \sum \beta_i = 0$ (*lag* pada variabel bebas tidak mempengaruhi *lag* pada variabel bebas) lawan $H_0: \sum \beta_i \neq 0$ (*lag* pada variabel bebas mempengaruhi *lag* pada variabel bebas). Jika $F_{hitung} > F_{\alpha, n-k}$ atau probabilitas $< \alpha$ maka tolak H_0 . Uji kausalitas dapat mengetahui variabel-variabel mana yang memiliki hubungan kausalitas.

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 (Sembiring, 1995). Setelah melewati semua tahap dan memperoleh model maka langkah berikutnya dalam model VAR yaitu peramalan. Model VAR yang terbentuk dari data digunakan untuk melakukan peramalan yang meliputi *training* dan peramalan. Tahap peramalan *training*, data yang digunakan adalah aktual pertama hingga data aktual terakhir. Selanjutnya pada tahap peramalan, data yang digunakan yaitu data akhir dari data aktual. Langkah terakhir adalah menentukan kebaikan model peramalan dengan menggunakan koefisien determinasi.

BAHAN DAN METODE

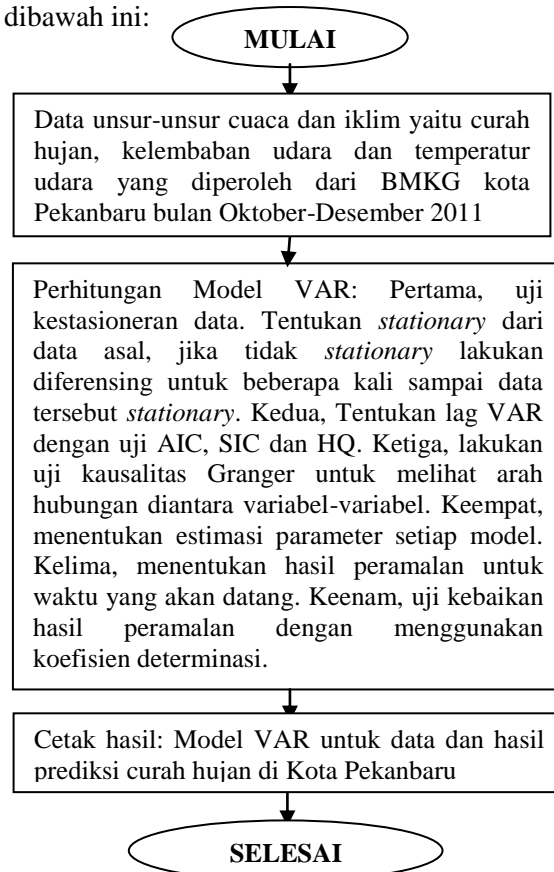
Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data runtun waktu yaitu data unsur-unsur cuaca dan iklim yaitu curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara yang diperoleh dari

BMKG kota Pekanbaru bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011.

Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam proses membentuk model VAR dilakukan dengan bantuan *software minitab* dan *EVIEW*S. 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

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Statistik Deskriptif Data Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara

Analisis deskriptif untuk data jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara zz jhg2011 terdapat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Statistik Deskriptif Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara Kota Pekanbaru

Variabel	N	Mean	Min	Max
Curah hujan	92	12.85	0.2	82
Kelembaban Udara	92	78.26	62	94

bccv	92	26.71	23.9	29.2
------	----	-------	------	------

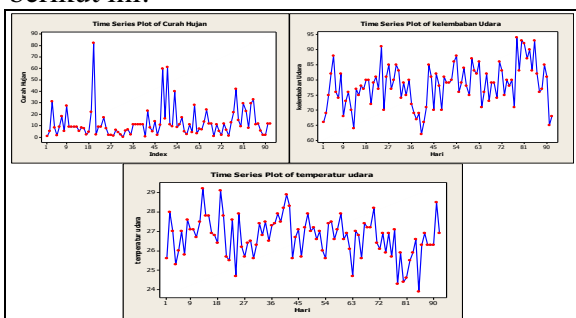
Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata perhari jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara adalah 12.85 mm, 78.26 % dan 26.71^oC. Jumlah curah hujan tertinggi adalah 82 mm pada hari ke-20 bulan Oktober dan terendah adalah 0.2 mm pada hari ke-1 bulan November. Jumlah kelembaban udara tertinggi adalah 94% pada hari ke-17 bulan Desember dan terendah adalah 62% pada hari ke-9 bulan November. Jumlah temperatur udara tertinggi adalah 29.2^oC pada hari ke-13 bulan Oktober dan terendah adalah 23.9^oC pada hari ke-24 bulan Desember.

b. Pembentukan Model Peramalan Curah Hujan

Prosedur dalam pembentukan model VAR yaitu uji stasioneritas data, penentuan lag optimal, uji kausalitas Granger, estimasi parameter, uji asumsi model VAR, penerapan model untuk peramalan dan kebaikan model peramalan.

Uji Stasioneritas Data Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara

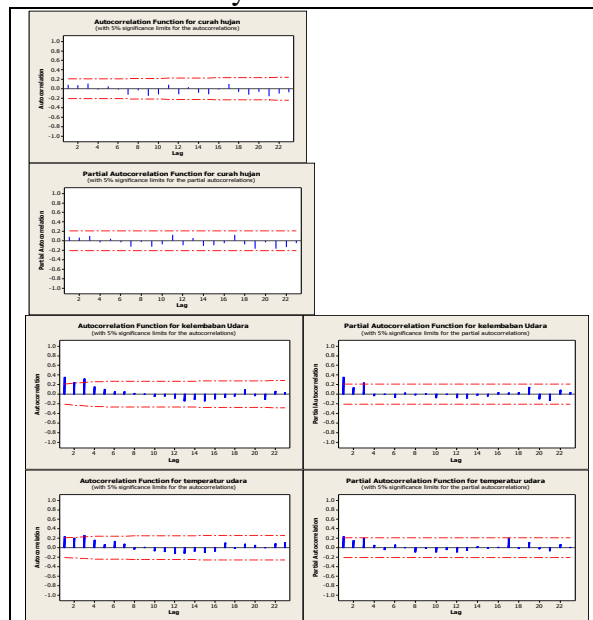
Plot *time series* data asal jumlah curah hujan, kelembaban udara, temperatur udara kota Pekanbaru dari bulan Oktober-Desember 2011 dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 2. Plot Data Aktual Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara Kota Pekanbaru

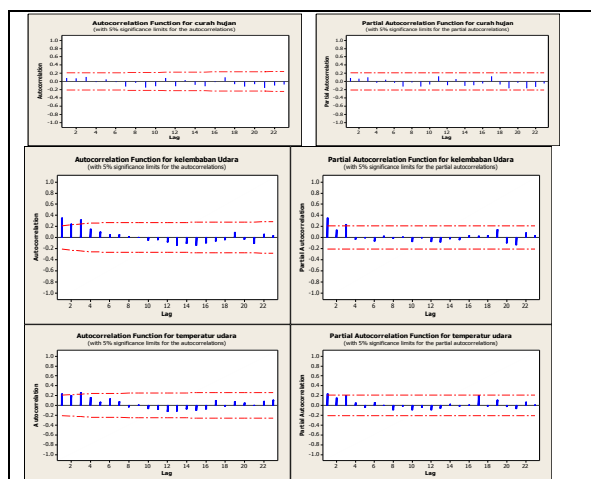
Berdasarkan plot curah hujan tersebut secara kasat mata dapat dilihat bahwa ciri-ciri data menunjukkan terjadi kestabilan data dari hari pertama sampai hari ke 19 dan mengalami peningkatan pada hari ke

20, tetapi untuk hari berikutnya terjadi kestabilan kembali hingga hari ke 92. Maka dapat dikatakan rata-rata dan varians dari data curah hujan adalah konstan sehingga data dikatakan stasioner. Pada plot data kelembaban udara dan temperatur udara menunjukkan bahwa terjadi kestabilan data dari hari pertama hingga hari ke-92. Sehingga dapat dikatakan rata-rata dan varians dari data kelembaban udara dan temperatur udara adalah konstan sehingga data dikatakan stasioner. Berikut plot ACF dan PACF data jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara kota Pekanbaru yaitu:



Gambar 3. Plot ACF dan PACF Data Aktual Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara Kota Pekanbaru

Plot data ACF dan PACF dikatakan stasioner apabila plot ACF dan PACF turun secara eksponensial. Berdasarkan plot ACF dan PACF data curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara kota Pekanbaru pada Gambar 3 menunjukkan bahwa data tidak stasioner karena *lag-lag* pada fungsi autokorelasi tidak turun secara eksponensial. Sehingga untuk menstasionerkan data perlu dilakukan *differencing*. Selanjutnya plot ACF dan PACF dari data hasil *differencing* disajikan pada grafik pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Plot ACF dan PACF Hasil *Differencing* Pertama Data Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara

Grafik ACF dan PACF setelah *differencing* pertama pada Gambar 4 menunjukkan bahwa data jumlah curah hujan/kelembaban udara/temperatur udara di kota Pekanbaru sudah stasioner karena *lag-lag* pada ACF dan PACF hasil *differencing* pertama turun secara eksponensial. Berdasarkan plot ACF dan PACF data jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara telah stasioner pada *differencing* pertama.

Penentuan Panjang *Lag* Optimal

Keseluruhan data telah stasioner pada tingkat *differencing* pertama, maka tahap selanjutnya yaitu menentukan panjang *lag* optimal yang akan digunakan dalam model VAR. Berikut adalah hasil penentuan panjang *lag* pada Tabel 2 yaitu:

Tabel 2. Panjang *Lag* Optimal

Lag	AIC	SC	HQ
0	16.64552	16.73234*	16.68042
1	16.41848	16.76573	16.55807*
2	16.3859*	16.99370	16.63029
3	16.47272	17.34087	16.82171
4	16.56581	17.69440	17.01949
5	16.68008	18.06912	17.23846
6	16.73601	18.38549	17.39909
7	16.91378	18.82371	17.68156
8	16.91600	19.08638	17.78848

Berdasarkan hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai AIC lebih kecil dibandingkan dengan nilai SIC dan HQ yaitu pada *lag* 2, yang berarti bahwa panjang *lag* optimal adalah *lag* 2.

Uji Kausalitas Granger

Setelah diperoleh panjang *lag* optimal maka selanjutnya adalah dilakukan uji kausalitas Granger untuk mengetahui ada atau tidaknya kausalitas antar variabel. Berikut adalah hasil uji kausalitas Granger yang disajikan dalam Tabel 3:

Tabel 3. Uji Kausalitas Granger

Hipotesis Null	Obs	F-Statistic	P-value
Kelembaban Udara tidak mempengaruhi Curah Hujan	90	0.19096	0.8265
Curah Hujan tidak mempengaruhi Kelembaban Udara		2.61810	0.0788
Temperatur Udara tidak mempengaruhi Curah Hujan	90	4.24121	0.0175
Curah Hujan tidak mempengaruhi Temperatur Udara		4.30312	0.0166

Berdasarkan hasil pengujian kausalitas Granger pada Tabel 3 tersebut diperoleh bahwa:

1. a. H_0 = Kelembaban udara tidak mempengaruhi curah hujan
 H_1 = Kelembaban udara mempengaruhi curah hujan

Uji statistik :

Jika nilai $P\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai $P\text{-value} = 0.82652 > \alpha = 5\%$ sehingga H_0 diterima yang berarti bahwa kelembaban udara tidak mempengaruhi curah hujan.

- b. H_0 = Curah hujan tidak mempengaruhi kelembaban udara
 H_1 = Curah hujan mempengaruhi kelembaban udara

Uji statistik :

Jika nilai $P\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai $P\text{-value} = 0.07882 < \alpha = 5\%$ sehingga H_0 ditolak yang berarti bahwa Curah hujan mempengaruhi kelembaban udara.

2. a. H_0 = Temperatur udara tidak mempengaruhi curah hujan
 H_1 = Temperatur udara mempengaruhi curah hujan

Uji statistik :

Jika nilai $P\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai $P\text{-value} = 0.01755 < \alpha = 5\%$ sehingga H_0 ditolak yang berarti bahwa temperatur udara mempengaruhi curah hujan.

- b. H_0 = Curah hujan tidak mempengaruhi temperatur udara

H_1 = Curah hujan mempengaruhi temperatur udara

Uji statistik :

Jika nilai $P\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai $P\text{-value} = 0.01659 < \alpha = 5\%$ sehingga H_0 ditolak yang berarti bahwa curah hujan mempengaruhi temperatur udara.

Berdasarkan uji kausalitas Granger dapat disimpulkan bahwa curah hujan memiliki hubungan searah terhadap kelembaban udara dan memiliki hubungan timbal balik terhadap temperatur udara.

Estimasi Parameter

Tahap selanjutnya adalah mengestimasi nilai dari parameter VAR. Pada uji sebelumnya diperoleh panjang lag adalah 2 yang terdiri dari 3 variabel sehingga model yang didapat untuk estimasi parameter adalah VAR(2). Adapun persamaan dari model tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 CU_t &= \alpha_{10} + \alpha_{11}CU_{t-1} + \alpha_{12}CU_{t-2} + \\
 &\alpha_{13}KU_{t-1} + \alpha_{14}KU_{t-2} + \\
 &\alpha_{15}TU_{t-1} + \alpha_{16}TU_{t-2}
 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned}
 KU_t &= \alpha_{20} + \alpha_{21}CU_{t-1} + \alpha_{22}CU_{t-2} + \\
 &\alpha_{23}KU_{t-1} + \alpha_{24}KU_{t-2} + \\
 &\alpha_{25}TU_{t-1} + \alpha_{26}TU_{t-2}
 \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned}
 TU_t &= \alpha_{30} + \alpha_{31}CU_{t-1} + \alpha_{32}CU_{t-2} + \\
 &\alpha_{33}KU_{t-1} + \alpha_{34}KU_{t-2} + \\
 &\alpha_{35}TU_{t-1} + \alpha_{36}TU_{t-2}
 \end{aligned} \quad (15)$$

dengan CU_t adalah curah hujan pada waktu t , KU_t adalah kelembaban udara pada waktu t , TU_t adalah temperatur udara pada waktu t .

Berikut adalah hasil estimasi parameter model VAR(2) yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Estimasi Parameter Model VAR(2)

Para meter	Koefisien	Para meter	Koefisien	Para meter	Koefisien
α_{10}	-88.73	α_{20}	35.71	α_{30}	25.82
α_{11}	0.20	α_{21}	0.09	α_{31}	-0.02
α_{12}	0.12	α_{22}	0.06	α_{32}	-0.01
α_{13}	1.40	α_{23}	0.30	α_{33}	-0.02
α_{14}	-0.91	α_{24}	0.13	α_{34}	-0.02
α_{15}	9.85	α_{25}	0.52	α_{35}	0.07
α_{16}	-7.63	α_{26}	-0.27	α_{36}	0.09

Berdasarkan Tabel 4, model VAR(2) pada Persamaan (13), (14) dan (15) yang terbentuk adalah:

$$\begin{aligned}
 CU_t &= -88.73 + 0.20CU_{t-1} + 0.12CU_{t-2} + \\
 &1.40KU_{t-1} - 0.91KU_{t-2} + \\
 &9.85TU_{t-1} - 7.63TU_{t-2}
 \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned}
 KU_t &= 35.71 + 0.09CU_{t-1} + 0.06CU_{t-2} + \\
 &0.30KU_{t-1} + 0.13KU_{t-2} + \\
 &0.52TU_{t-1} - 0.27TU_{t-2}
 \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned}
 TU_t &= 25.82 - 0.02CU_{t-1} - 0.01CU_{t-2} - \\
 &0.02KU_{t-1} - 0.02KU_{t-2} + \\
 &0.07TU_{t-1} + 0.09TU_{t-2}
 \end{aligned} \quad (18)$$

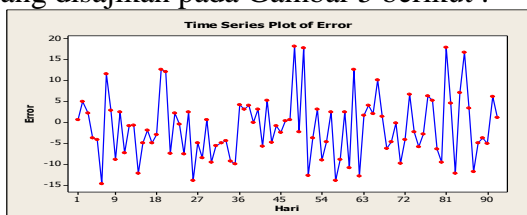
Persamaan (16), (17) dan (18) dapat dibentuk ke dalam bentuk matriks sehingga menjadi :

$$\begin{bmatrix} CU_t \\ KU_t \\ TU_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -88.73 \\ 35.71 \\ 25.82 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.20 & 0.12 & 1.40 & -0.91 & 9.85 & -7.63 \\ 0.09 & 0.06 & 0.30 & 0.13 & 0.52 & -0.27 \\ -0.02 & -0.01 & -0.02 & -0.02 & 0.07 & 0.09 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} CU_{t-1} \\ CU_{t-2} \\ KU_{t-1} \\ KU_{t-2} \\ TU_{t-1} \\ TU_{t-2} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Uji Asumsi Model VAR

Berdasarkan langkah pertama uji stasioneritas, diperoleh bahwa variabel-variabel dalam model VAR stasioner bersama yaitu pada tingkat *differencing* pertama. Berdasarkan uji *Portmanteau* menggunakan bantuan Eviews diperoleh nilai *Q*-statistik yaitu 3.259759 dan *Chi-square* adalah 28.87, karena *Q*-statistik < *Chi-square* yang berarti terima H_0 sehingga menunjukkan bahwa *error* tidak ada autokorelasi. Hal ini juga dapat dilihat melalui plot dari *error* pada lampiran E yang disajikan pada Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Grafik *Error* Data Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru

Berdasarkan plot pada Gambar 5 bahwa *error* tidak membentuk suatu pola tertentu dan terdistribusi disekitar nol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sifat interpendensi pada *error* terpenuhi. Dengan demikian, asumsi pada model VAR terpenuhi.

Penerapan Model untuk Peramalan

Setelah diperoleh model peramalan VAR yaitu model VAR(2) dengan tiga variabel, maka model dapat digunakan untuk peramalan. Selanjutnya model digunakan untuk peramalan yang dibedakan untuk data *training* dan peramalan pada waktu yang akan datang. Data *training* yaitu data yang digunakan untuk membangun model peramalan. Penulis menggunakan data *training* sebanyak 92 data yaitu data dari 01

Oktober 2011 sampai tanggal 31 Desember 2011. Peramalan menggunakan model VAR(2) dengan Persamaan (19) pada perhitungan peramalan data *training* diperoleh peramalan curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara kota Pekanbaru pada hari ketiga adalah 28.7679 cm, 73.5570 %, dan 27.3803 °C. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah meramalkan curah hujan kota Pekanbaru untuk BMKG kota Pekanbaru pada waktu yang akan datang. Akan dilakukan peramalan curah hujan untuk 10 hari yang akan datang yaitu 01 Januari 2012 sampai 10 Januari 2012. Untuk hasil peramalan akan disajikan dalam Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Data Hasil Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru

No	Tanggal	Ramalan (\widehat{CU}_t)
1	01-Jan-12	2.0469
2	02-Jan-12	17.5071
3	03-Jan-12	12.5175
4	04-Jan-12	12.0131
5	05-Jan-12	12.3334
6	06-Jan-12	12.0673
7	07-Jan-12	12.1047
8	08-Jan-12	12.1960
9	09-Jan-12	12.222
10	10-Jan-12	12.2564

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat hasil peramalan curah hujan kota Pekanbaru dari BMKG kota Pekanbaru pada tanggal 01 Januari 2012 sampai 10 Januari 2012 mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak berbeda jauh dari hari ke hari.

Kebaikan Model untuk Peramalan

Nilai R^2 digunakan untuk menentukan kebaikan model untuk peramalan. Dengan kata lain, menggambarkan berapa persen model tersebut dapat menggambarkan data aktual. R^2 yang diperoleh adalah 0.577 atau 57.7 %. Hal ini berarti 57.7 % model VAR sesuai untuk peramalan curah hujan kota Pekanbaru menggunakan variabel kelembaban udara dan temperatur udara. Selanjutnya 42.3 % dapat dilakukan peramalan curah hujan kota Pekanbaru menggunakan variabel lain yang

lebih berpengaruh secara signifikan. Setelah melakukan langkah-langkah peramalan menggunakan model VAR, diperoleh bahwa nilai ramalan curah hujan kota Pekanbaru yang dihasilkan tidak mengalami peningkatan dan penurunan secara signifikan dari hari ke hari. Hal ini dikarenakan hanya temperatur udara yang memberikan pengaruh signifikan terhadap curah hujan di kota Pekanbaru

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan bahwa model yang diperoleh untuk peramalan curah hujan kota Pekanbaru dari BMKG kota Pekanbaru dengan menggunakan langkah-langkah model VAR adalah model VAR(2). Nilai R^2 yang diperoleh adalah 0.577 atau 57.7 %. Hal ini berarti 57.7 % model tersebut sesuai untuk peramalan curah hujan kota Pekanbaru menggunakan variabel kelembaban udara dan temperatur udara. Selanjutnya 42.3 % peramalan curah hujan kota Pekanbaru dipengaruhi oleh variabel-variabel lain. Hal ini dikarenakan hanya temperatur udara yang memberikan pengaruh signifikan terhadap curah hujan kota Pekanbaru sehingga menyebabkan peramalan curah hujan kota Pekanbaru pada tanggal 01 Januari 2012 sampai 10 Januari 2012 tidak mengalami peningkatan dan penurunan yang signifikan dari hari ke hari.

Saran

Penelitian ini hanya membahas tentang peramalan curah hujan kota Pekanbaru dengan variabel kelembaban udara dan temperatur udara menggunakan model VAR, dengan demikian bagi para pembaca, agar melakukan peramalan curah hujan dengan menambah variabel lain yang lebih berpengaruh signifikan terhadap curah hujan di kota Pekanbaru.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) kota Pekanbaru, yang telah memberi bantuan kepada peneliti untuk mendapatkan data tentang cuaca dan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Brocklebank, J.C. & David, A.D. (2003). *SAS for Forecasting Time Series*, 2th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Diah, Safitri Asih. (2008). "Vector Autoregressive (VAR) untuk peramalan harga saham PT.Indofood Sukses Makmur Indonesia Tbk". *Jurnal Matematika Vol 11*.
- Enders W. (1995). *Applied Econometric Times Series*. New York. Willey and Sons, Inc.
- Gunarsih, A. K. (2008). *Klimatologi Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Handoko. (1993). *Klimatologi Dasar*. Bogor. Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Hidayatullah. (2011). "Model Vector Autoregressive (VAR) dan Penerapannya Untuk Analisis Pengaruh Harga Migas Terhadap Indeks Harga Konsumen (IHK)". *Skripsi Mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Lakitan Benyamin. (2002). *Dasar-dasar Klimatologi*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Maddala, G.S. (1992). *Introduction to Econometrics*. Edisi ke-2. New York: Macmillan Publishing Company.
- R.Ajija Shochrul, dkk. (2011). *Cara Cerdas Menguasai Eviews*. Salemba Empat. Jakarta.
- S.Yonathan Hadi. (2003). "Analisis Vector Autoregressive terhadap Korelasi Antara Pendapatan Nasional dan Investasi Pemerintah di Indonesia." *Jurnal Keuangan dan Moneter Volume 6 Nomor 2*.
- Sembiring, R.K. (1995). *Analisis Regresi*. Edisi kedua. Penerbit ITB.
- 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.