

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

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada  
Jurusan Matematika

Oleh:

**RATNAWATI**  
**10854004375**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2012**

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

**RATNAWATI  
10854004375**

Tanggal Sidang : 1 Juni 2012  
Tanggal Wisuda :

Jurusan Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. HR. Soebrantas No.155 Pekanbaru

**ABSTRAK**

Penulisan skripsi ini menjelaskan tentang peramalan curah hujan di kota Pekanbaru. Tujuan penulisan ini yaitu untuk menentukan peramalan curah hujan di kota Pekanbaru menggunakan model *Vector Autoregressive* (VAR). Penggunaan data untuk memperoleh model peramalan curah hujan digunakan data bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model VAR(2) adalah model yang sesuai untuk peramalan curah hujan kota Pekanbaru. Hasil peramalan diperoleh bahwa curah hujan mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan dari hari ke hari.

***Katakunci:*** *Curah Hujan, model VAR, model VAR(2)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “**Penerapan Model *Vector Autoregressive (VAR)* Untuk Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru**”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana (S1). Selanjutnya shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, penerang jalan dan penunjuk jalan yang lurus bagi seluruh umat manusia.

Selanjutnya, dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pertama kali penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada ayahanda (Bachtiar) dan ibunda (Zulbaidah) kedua orang yang ku kasihi dan ku sayangi semoga Allah SWT selalu merahmati ayah dan ibu, memberikan kebahagiaan dunia dan akhirat, Amin. Ucapan terimakasih selanjutnya kepada:

1. Bapak Prof. DR. H. M. Nazir selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Ibu Dra. Yenita Morena, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Sri Basriati, M.Sc selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Ari Pani Desvina, M.Sc selaku Pembimbing yang telah banyak mendukung, membantu, mengarahkan, membimbing dan mengajarkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Rahmadeni, M.Si, dan Ibu Sri Basriati, M.Sc selaku Penguji yang telah memberikan kritikan dan saran sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
6. Ibu Fitri Aryani, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhirnya, dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menghindari kesalahan. Tetapi manusia adalah tempat salah dan silaf sesuai dengan pepatah *tak ada gading yang tak retak*. Penulis mengharapkan kepada pembaca tugas akhir ini agar memberikan saran dan kritik. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, Amin.

Pekanbaru, 1 Juni 2012

Ratnawati

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Batasan Masalah .....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim .....	II-1
2.1.1 Curah Hujan.....	II-1
2.1.2 Kelembaban Udara .....	II-1
2.1.3 Temperatur Udara.....	II-1

2.2	Teori Peramalan .....	II-2
2.3	<i>Vector Autoregressive</i> (VAR).....	II-2
2.3.1	Definisi Model VAR.....	II-2
2.3.2	Langkah-Langkah Membangun Model VAR..	II-3
2.3.2.1	Uji Stasioner Data .....	II-3
2.3.2.2	Penentuan <i>Lag</i> VAR .....	II-5
2.3.2.3	Uji Kausalitas Granger.....	II-6
2.3.2.4	Estimasi VAR .....	II-7
2.3.2.5	Peramalan .....	II-10
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Pengumpulan Data Penelitian .....	III-1
3.2	Metode Analisa Data.....	III-1
3.2	Tahapan Analisa Data.....	III-1
 BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Deskripsi Statistik Rata-rata Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara Kota Pekanbaru.....	IV-1
4.2	Pembentukan Model Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru.....	IV-3
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran .....	V-1
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1 Statistik Deskriptif Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara Kota Pekanbaru.....	IV-2
4.2 Uji <i>Unit Root</i> ADF untuk Curah Hujan.....	IV-5
4.3 Uji <i>Unit Root</i> PP untuk Curah Hujan .....	IV-5
4.4 Uji <i>Unit Root</i> KPSS untuk Curah Hujan .....	IV-6
4.5 Uji <i>Unit Root</i> ADF untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Curah Hujan.....	IV-7
4.6 Uji <i>Unit Root</i> PP untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Curah Hujan .....	IV-8
4.7 Uji <i>Unit Root</i> KPSS untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Curah Hujan.....	IV-9
4.8 Uji <i>Unit Root</i> ADF untuk Kelembaban Udara .....	IV-11
4.9 Uji <i>Unit Root</i> PP untuk Kelembaban Udara.....	IV-12
4.10 Uji <i>Unit Root</i> KPSS untuk Kelembaban Udara.....	IV-12
4.11 Uji <i>Unit Root</i> ADF untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Kelembaban Udara .....	IV-14
4.12 Uji <i>Unit Root</i> PP untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Kelembaban Udara .....	IV-14
4.13 Uji <i>Unit Root</i> KPSS untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Kelembaban Udara .....	IV-15
4.14 Uji <i>Unit Root</i> ADF untuk Temperatur Udara.....	IV-17
4.15 Uji <i>Unit Root</i> PP untuk Temperatur Udara .....	IV-18
4.16 Uji <i>Unit Root</i> KPSS untuk Temperatur Udara .....	IV-19
4.17 Uji <i>Unit Root</i> ADF untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Temperatur Udara.....	IV-20
4.18 Uji <i>Unit Root</i> PP untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Temperatur Udara.....	IV-21

4.19 Uji <i>Unit Root</i> KPSS untuk <i>Differencing</i> Pertama Data Temperatur Udara.....	IV-21
4.20 Panjang <i>Lag</i> Optimal .....	IV-22
4.21 Uji Kausalitas Granger .....	IV-23
4.22 Estimasi Parameter Model VAR(2).....	IV-25
4.23 Data Hasil Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru .....	IV-28

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

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 unsur-unsur diantaranya kelembaban udara, temperatur udara dan curah hujan (Tjasjono 1992).

Curah hujan memiliki hubungan dinamis terhadap unsur-unsur cuaca lainnya. Informasi mengenai curah hujan 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*). Hal ini dikarenakan pergerakan data runtun waktu tersebut dapat terjadi secara bersamaan atau mengikuti pergerakan data runtun waktu lainnya. Dengan memasukan variabel runtun waktu yang lain ke dalam model untuk meramalkan pergerakan runtun waktu tertentu, maka dapat meningkatkan ketepatan peramalan (Tita Rosita, 2011).

Terdapat kelemahan apabila hanya menggunakan model runtun waktu tunggal dalam peramalan. Hal ini karena variabel yang dimodelkan diasumsikan hanya dipengaruhi oleh waktu lampau (*lag*) dari variabel itu sendiri (Tita Rosita, 2011). Mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan peramalan secara bersama untuk semua variabel. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan dalam model bersama adalah *Vector Autoregressive* (VAR).

Terdapat banyak penelitian yang menggunakan VAR, diantaranya Hidayatullah (2011) menggunakan analisis VAR untuk menganalisis pengaruh harga migas terhadap indeks harga konsumen (IHK). Tita (2011) menggunakan analisis VAR untuk memodelkan curah hujan di Darmaga Bogor. Asih (2008) menggunakan analisis VAR untuk meramalkan harga saham PT. Indofood Sukses Makmur Indonesia Tbk.

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. Curah hujan dan unsur-unsur yang berkaitan diasumsikan memiliki keterkaitan dan hubungan timbal balik. Tjasono (1992) menyatakan bahwa curah hujan merupakan gejala cuaca yang terbentuk dari unsur cuaca lain sehingga dapat dimodelkan menggunakan model VAR.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka penulis tertarik untuk meramalkan curah hujan dengan variabel yang lain di kota Pekanbaru. Maka penulis memberi judul penulisan tugas akhir ini adalah **Penerapan Model *Vector Autoregressive* (VAR) untuk Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru.**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana menggunakan model VAR untuk membangun model curah hujan di kota Pekanbaru?
2. Bagaimana menentukan hasil peramalan curah hujan untuk periode mendatang menggunakan model VAR di kota Pekanbaru?

### **1.3 Batasan Masalah**

Mencegah meluasnya permasalahan yang ada dan agar lebih terarah, maka dilakukan pembatasan masalah, batasan-batasan itu adalah :

1. Data yang digunakan yaitu data unsur cuaca dan iklim (curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara) dari BMKG kota Pekanbaru bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011.
2. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model VAR.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan model VAR yang dapat digunakan untuk peramalan data curah hujan di kota Pekanbaru.
2. Menentukan hasil peramalan data curah hujan untuk periode mendatang di kota Pekanbaru dengan menggunakan model VAR.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis  
Mengaplikasikan model VAR dalam kasus nyata yaitu untuk peramalan curah hujan di kota Pekanbaru.
2. Bagi Lembaga Pendidikan  
Sebagai sarana informasi bagi pembaca dan sebagai bahan referensi bagi pihak yang membutuhkan.
3. Bagi BMKG Kota Pekanbaru.  
Memberikan informasi mengenai model peramalan yang sesuai untuk peramalan curah hujan di kota Pekanbaru, sehingga memudahkan dalam menentukan kebijakan, proses pengambilan keputusan dan membuat rencana masa depan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika dalam pembuatan tulisan ini mencakup lima bab yaitu :

### **BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II Landasan Teori**

Bab ini menjelaskan teori unsur-unsur cuaca dan iklim, teori peramalan dan pembentukan model VAR.

### **BAB III Metodologi Penelitian**

Bab ini berisi langkah-langkah atau prosedur untuk memodelkan curah hujan di kota Pekanbaru dengan menggunakan model VAR.

### **BAB IV Pembahasan dan Analisa**

Bab ini membahas tentang hasil-hasil yang diperoleh pada model curah hujan di kota Pekanbaru dengan analisa yang lengkap sesuai dengan analisa VAR.

### **BAB V Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim**

##### **2.1.1 Curah Hujan**

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. Alat untuk mengukur curah hujan adalah ombrometer.

##### **2.1.2 Kelembaban Udara**

Kelembaban udara adalah jumlah uap air di udara (atmosfer) pada saat dan tempat tertentu (Tjasjono, 1992). Alat untuk mengukur kelembaban udara disebut *psychrometer* atau *hygrometer*. Kelembaban udara ditentukan oleh jumlah uap air yang terkandung di dalam udara (Lakitan 2002).

##### **2.1.3 Temperatur Udara**

Temperatur udara adalah keadaan panas atau dinginnya udara (Tjasjono, 1992). Alat untuk mengukur suhu atau derajat panas disebut *thermometer*. Suhu memiliki satuan pengukuran derajat celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### **2.2 Peramalan**

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

sesuatu yang belum terjadi. Hal terpenting dalam peramalan adalah dapat meminimumkan kesalahan peramalan.

Kegunaan peramalan dalam suatu penelitian adalah melakukan analisis terhadap situasi yang akan diteliti untuk memperkirakan situasi dan kondisi yang akan terjadi dari sesuatu yang diteliti di masa depan. Peramalan merupakan suatu alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien.

## 2.3 *Vector Autoregressive (VAR)*

### 2.3.1 Definisi Model VAR

Definisi dari model VAR adalah (Widarjono, 2009) :

1. Semua variabel yang ada di dalam model VAR adalah *endogeneous*
2. Jika terdapat hubungan yang berkaitan antar variabel yang diamati maka variabel-variabel tersebut perlu dilakukan sama, sehingga tidak ada lagi variabel endogen dan eksogen.

Secara umum model VAR lag  $p$  untuk  $n$  peubah dapat diformulasikan sebagai berikut (R Ajija S dkk, 2011) :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + A_3 Y_{t-3} + \dots + A_p Y_{t-p} + e_t$$

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 :

$$\text{VAR (1)} : Y_t = \alpha_{10} + \alpha_{11} Y_{t-1} + \alpha_{12} X_{t-1} + e_{1t} \quad (2.1)$$

$$X_t = \alpha_{20} + \alpha_{21} Y_{t-1} + \alpha_{22} X_{t-1} + e_{2t} \quad (2.2)$$

Persamaan (2.1) dan (2.2) dapat dibentuk ke dalam matriks sehingga menjadi :

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ X_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Menurut R Ajija S dkk (2011) kelemahan model VAR adalah variabel yang tergabung pada model VAR harus stasioner. Apabila tidak stasioner, perlu dilakukan transformasi bentuk data, misalnya melalui *difference*.

Menurut Widarjono (2009) keunggulan model VAR adalah sebagai berikut:

1. Peneliti tidak perlu membedakan mana variabel endogen maupun eksogen karena semua variabel VAR adalah endogen.
2. Metode estimasinya sederhana yaitu dengan metode kuadrat terkecil dan dapat dibuat model terpisah untuk masing-masing variabel endogen.

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 :

$$H_0 : r_1 = r_2 = \dots = r_p = 0 \text{ (error tidak ada autokorelasi)}$$

$$H_1 : r_1 = r_2 = \dots = r_p \neq 0 \text{ (error terdapat autokorelasi)}$$

Statistik uji *Portmanteau* adalah sebagai berikut (Tita Rosita, 2011):

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

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.

### 1.3.2 Langkah-Langkah dalam Membangun Model VAR

#### 1.3.2.1 Uji Stasioneritas Data

Suatu data dikatakan stasioner jika data memiliki variansi yang tidak terlalu besar dan mempunyai kecenderungan untuk mendekati nilai rata-ratanya (R Ajija S dkk, 2011). Terdapat banyak cara yang dapat digunakan untuk menguji kestasioneran data dalam analisis runtun waktu, yaitu :

1. Melihat plot data aktual
2. Melihat plot ACF dan PACF

Plot data aktual dan plot ACF dan PACF dikatakan stasioner apabila plot data aktual memiliki ciri-ciri rata-rata dan varians yang konstan sepanjang waktu dan pada plot ACF dan plot PACF turun secara eksponensial.

3. Menggunakan uji *unit root*.

Mendapatkan hasil yang lebih pasti dalam kestasioneran data dapat dilakukan menggunakan uji *unit root*. Hal ini karena *unit root* tidak berdasarkan pada plot data akan tetapi lebih menekankan pada uji statistik. Adapun jenis uji *unit root* yang dapat digunakan untuk kestasioneran data adalah sebagai berikut :

#### a. Uji *unit root Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

Uji stasioner data dapat dilakukan dengan menggunakan uji ADF hingga diperoleh suatu data yang stasioner yaitu data yang variansinya tidak terlalu besar dan mempunyai kecenderungan untuk mendekati nilai rata-ratanya (R Ajija S dkk, 2011).

Persamaan uji stasioner dengan analisis ADF adalah sebagai berikut :

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^p \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t$$

dengan :

$\Delta Y_t$  adalah bentuk dari *first difference*

$Y_{t-1}$  adalah nilai variabel pada waktu ke- $t - 1$

$\gamma, \beta$  adalah parameter

$\alpha_0$  adalah intersep

$p$  adalah panjang *lag* yang digunakan dalam model

$\varepsilon$  adalah *error*

adapun hipotesis dari uji stasioneritas data adalah :

$H_0$  : Menunjukkan kondisi adanya *unit root* (data tidak stasioner)

$H_1$  : Menunjukkan kondisi tidak adanya *unit root* (data stasioner)

Jika nilai ADF statistik  $>$  *Mackinnon critical value*, maka  $H_0$  ditolak artinya data tersebut stasioner karena tidak mengandung *unit root*. Sebaliknya jika nilai ADF statistik  $<$  *Mackinnon critical value*, maka  $H_0$  diterima artinya data tersebut belum stasioner. Sehingga perlu dilakukan *differencing* data untuk memperoleh data yang stasioner pada derajat yang sama.

#### b. Uji *unit root Phillips-Perron* (PP)

Uji stasioner data selanjutnya adalah uji *unit root* PP yang dikembangkan oleh C.B Phillips dan P.Perron (Enders, W, 1995). Persamaan uji stasioner dengan analisis PP adalah sebagai berikut :

$$\Delta Z_t = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t$$

dengan :

$\alpha_1$  adalah parameter

$\Delta Z_t$  adalah bentuk dari *first difference*

$Z_{t-1}$  adalah nilai variabel pada waktu ke- $t - 1$

adapun hipotesis dalam uji ini:

$H_0$ : Data terdapat *uni root* (data tidak stasioner)

$H_1$ : Data tidak terdapat *uni root* (data stasioner)

Jika  $|t| >$  nilai mutlak dari nilai kritik Mackinnon, maka tolak  $H_0$  yang berarti data tidak terdapat *unit root* (data stasioner) atau dapat juga

membandingkan  $p$ -value dengan nilai  $\alpha$ , jika  $p$ -value < nilai  $\alpha$  maka tolak  $H_0$  yang berarti data tidak terdapat *unit root* (data stasioner).

c. Uji *unit root Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)*

Selain uji ADF dan uji PP untuk menentukan data stasioner atau tidak juga dapat dilakukan dengan uji KPSS yang kenalkan oleh Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (Zivot, E dan Wang, J. 2005). Persamaan uji stasioner dengan analisis KPSS adalah sebagai berikut :

$$Z_t = \alpha_0 + \varepsilon_t$$

dengan :

$Z_t$  adalah nilai variabel pada waktu ke- $t$

Hipotesis dalam uji ini berbeda dengan hipotesis pada uji-uji sebelumnya yaitu:

$H_0$  : Data stasioner

$H_1$  : Data tidak stasioner

Jika  $|t| <$  nilai mutlak nilai kritik Mackinnon, maka terima  $H_0$  yang berarti data tersebut stasioner. Jika data tidak stasioner maka perlu dilakukan differensing untuk menstasionerkan data, differensing dilakukan sampai data menjadi stasioner.

### 1.3.2.2 Penentuan *Lag VAR*

Penentuan *lag* digunakan untuk menentukan panjang *lag* optimal yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya dan akan menentukan estimasi parameter untuk model VAR. Menurut Zivot, E dan Wang, J. (2005) bahwa *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.

Kriteria untuk menguji *lag* VAR dengan statistik AIC, SIC dan HQ adalah:

$$AIC_{(p)} = \ln|\bar{\Sigma}_{(p)}| + \frac{2}{T}pn^2$$

$$SIC_{(p)} = \ln|\bar{\Sigma}_{(p)}| + \frac{\ln T}{T}pn^2$$

$$HQ_{(p)} = \ln|\bar{\Sigma}_{(p)}| + \frac{2\ln\ln T}{T}pn^2$$

dengan :

$T$  adalah jumlah pengamatan

$p$  adalah *lag* dari variabel

$n$  adalah banyaknya variabel

$|\bar{\Sigma}_{(p)}|$  adalah determinan matriks varian kovarian *error*

### 1.3.2.3 Uji Kausalitas Granger (*Granger Causality Test*)

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 di antara variabel-variabel.

Model persamaan kausalitas Granger adalah sebagai berikut :

1. Persamaan *unrestricted* yaitu variabel bebas yang disertakan dalam model adalah nilai *lag* dari semua variabel yang ada.

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

dengan :

$Y_t$  adalah nilai variabel  $Y$  pada waktu ke- $t$

$m$  adalah banyak *lag*

$\alpha_i$  adalah koefisien dari *lag* ke  $i$  variabel  $Y$  pada model *unrestricted*

$\beta_i$  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- $t$

2. Persamaan *restricted* yaitu variabel bebas yang disertakan dalam model hanya nilai *lag* dari variabel tak bebas itu sendiri (variabel *Y*)

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

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 :

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

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 :

$H_0: \beta_i = 0$  (*lag* pada variabel bebas tidak mempengaruhi *lag* pada variabel bebas)

$H_0: \beta_i \neq 0$  (*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.

### 2.3.2.4 Estimasi dan Peramalan VAR

Suatu VAR sederhana yang terdiri dari dua variabel dan 1 lag dapat diformulasikan ke dalam Persamaan (2.1) dan Persamaan (2.2). Parameter dalam model VAR dapat diduga dengan menggunakan model kuadrat terkecil yaitu dengan meminimumkan turunan fungsi terhadap parameter-parameter model

dengan meminimumkan jumlah kuadrat *error* untuk persamaan linear berganda yaitu :

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + e_i, \quad n = 1, 2, \dots, i \quad (2.3)$$

Persamaan kuadrat *error* untuk regresi linear berganda, yaitu :

$$J = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (2.4)$$

Persamaan runtun waktu VAR yang terdiri dari 2 variabel dan 1 lag yaitu VAR(1) diestimasi dengan persamaan linear berganda berarti menggantikan  $Y_i$  dengan  $Y_t$  dan  $e_i$  dengan  $e_t$  maka Persamaan (2.4) menjadi:

$$J = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.5)$$

Selanjutnya subsitusikan Persamaan (2.1) ke dalam Persamaan (2.5) sehingga persamaan jumlah kuadrat *error* menjadi :

$$\begin{aligned} J &= \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - (\alpha_{10} + \alpha_{11}Y_{t-1} + \alpha_{12}X_{t-1}))^2 \\ &= \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})^2 \end{aligned}$$

Jika meminimumkan kuadrat *error* berarti mencari turunan terhadap nilai  $\alpha_{10}$ ,  $\alpha_{11}$  dan  $\alpha_{12}$  dan menyamakan dengan nol. Apabila fungsi  $J$  diturunkan terhadap  $\alpha_{10}$ , maka diperoleh :

$$\begin{aligned} \frac{dJ}{d\alpha_{10}} &= \frac{d \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})^2}{d\alpha_{10}} \\ 0 &= 2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})(-1) \\ 0 &= -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1}) \\ 0 &= \sum_{t=1}^n Y_t - n\alpha_{10} - \alpha_{11} \sum_{t=1}^n Y_{t-1} - \alpha_{12} \sum_{t=1}^n X_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n Y_t &= n\alpha_{10} + \sum_{t=1}^n Y_{t-1} + \alpha_{12} \sum_{t=1}^n X_{t-1} \end{aligned} \quad (2.6)$$

dan untuk  $\alpha_{11}$  turunan dari fungsi  $J$  adalah :

$$\begin{aligned}\frac{dJ}{d\alpha_{11}} &= \frac{d \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})^2}{d\alpha_{11}} \\ 0 &= 2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})(-Y_{t-1}) \\ 0 &= -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})(Y_{t-1}) \\ 0 &= \sum_{t=1}^n (Y_t Y_{t-1} - \alpha_{10} Y_{t-1} - \alpha_{11} Y_{t-1}^2 - \alpha_{12} X_{t-1} Y_{t-1}) \\ \sum_{t=1}^n Y_t Y_{t-1} &= \alpha_{10} \sum_{t=1}^n Y_{t-1} + \alpha_{11} \sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2 + \sum_{t=1}^n X_{t-1} Y_{t-1}\end{aligned}\quad (2.7)$$

dan untuk  $\alpha_{12}$  turunan dari fungsi  $J$  adalah :

$$\begin{aligned}\frac{dJ}{d\alpha_{12}} &= \frac{d \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})^2}{d\alpha_{12}} \\ 0 &= 2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})(-X_{t-1}) \\ 0 &= -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11}Y_{t-1} - \alpha_{12}X_{t-1})(X_{t-1}) \\ 0 &= \sum_{t=1}^n (Y_t X_{t-1} - \alpha_{10} X_{t-1} - \alpha_{11} Y_{t-1} X_{t-1} - \alpha_{12} X_{t-1}^2) \\ \sum_{t=1}^n Y_t X_{t-1} &= \alpha_{10} \sum_{t=1}^n X_{t-1} + \alpha_{11} \sum_{t=1}^n Y_{t-1} X_{t-1} + \sum_{t=1}^n X_{t-1}^2\end{aligned}\quad (2.8)$$

Persamaan (2.6), (2.7) dan (2.8) dapat dibentuk matriks sehingga menjadi:

$$\begin{bmatrix} \sum_{t=1}^n Y_t \\ \sum_{t=1}^n Y_t Y_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n Y_t X_{t-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{t=1}^n Y_{t-1} & \sum_{t=1}^n X_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n Y_{t-1} & \sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2 & \sum_{t=1}^n Y_{t-1} X_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n X_{t-1} & \sum_{t=1}^n Y_{t-1} X_{t-1} & \sum_{t=1}^n X_{t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{11} \\ \alpha_{12} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{11} \\ \alpha_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{t=1}^n Y_{t-1} & \sum_{t=1}^n X_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n Y_{t-1} & \sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2 & \sum_{t=1}^n Y_{t-1}X_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n X_{t-1} & \sum_{t=1}^n Y_{t-1}X_{t-1} & \sum_{t=1}^n X_{t-1}^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{t=1}^n Y_t \\ \sum_{t=1}^n Y_t Y_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n Y_t X_{t-1} \end{bmatrix}$$

### 2.3.2.5 Peramalan

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. Misalnya, model yang diperoleh adalah VAR(1) dengan dua variabel maka tahap peramalan seperti pada Persamaan (2.3) sehingga menjadi:

#### a. *Training*

$$\begin{bmatrix} Y_2 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ X_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix}$$

dan seterusnya hingga data terakhir pada data *training*.

#### b. Peramalan

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_t \\ \hat{X}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{Y}_{t-1} \\ \hat{X}_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{e}_{1t} \\ \hat{e}_{2t} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

dengan  $\hat{Y}_{t-1}, \hat{X}_{t-1}$  adalah data terakhir dari data aktual.

### 2.3.2.6 Kebaikan Model Peramalan

Model yang diperoleh digunakan untuk meramalkan data pada periode yang akan datang. Kebaikan model dihitung dengan menggunakan koefisien determinasi ( $R^2$ ). Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung  $R^2$  adalah sebagai berikut (Sembiring, 2003) :

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

dengan :

$R^2$  adalah koefisien determinasi

$Y_t$  adalah data aktual pada waktu  $t$

$\hat{Y}_t$  adalah data hasil peramalan pada waktu  $t$

$\bar{Y}$  adalah rata-rata dari data aktual

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pengumpulan Data Penelitian**

##### **3.1.1 Jenis Data**

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.

##### **3.1.2 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari sumbernya. Data dalam penelitian ini diperoleh dari BMKG kota Pekanbaru bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011.

#### **3.2 Model Analisis Data**

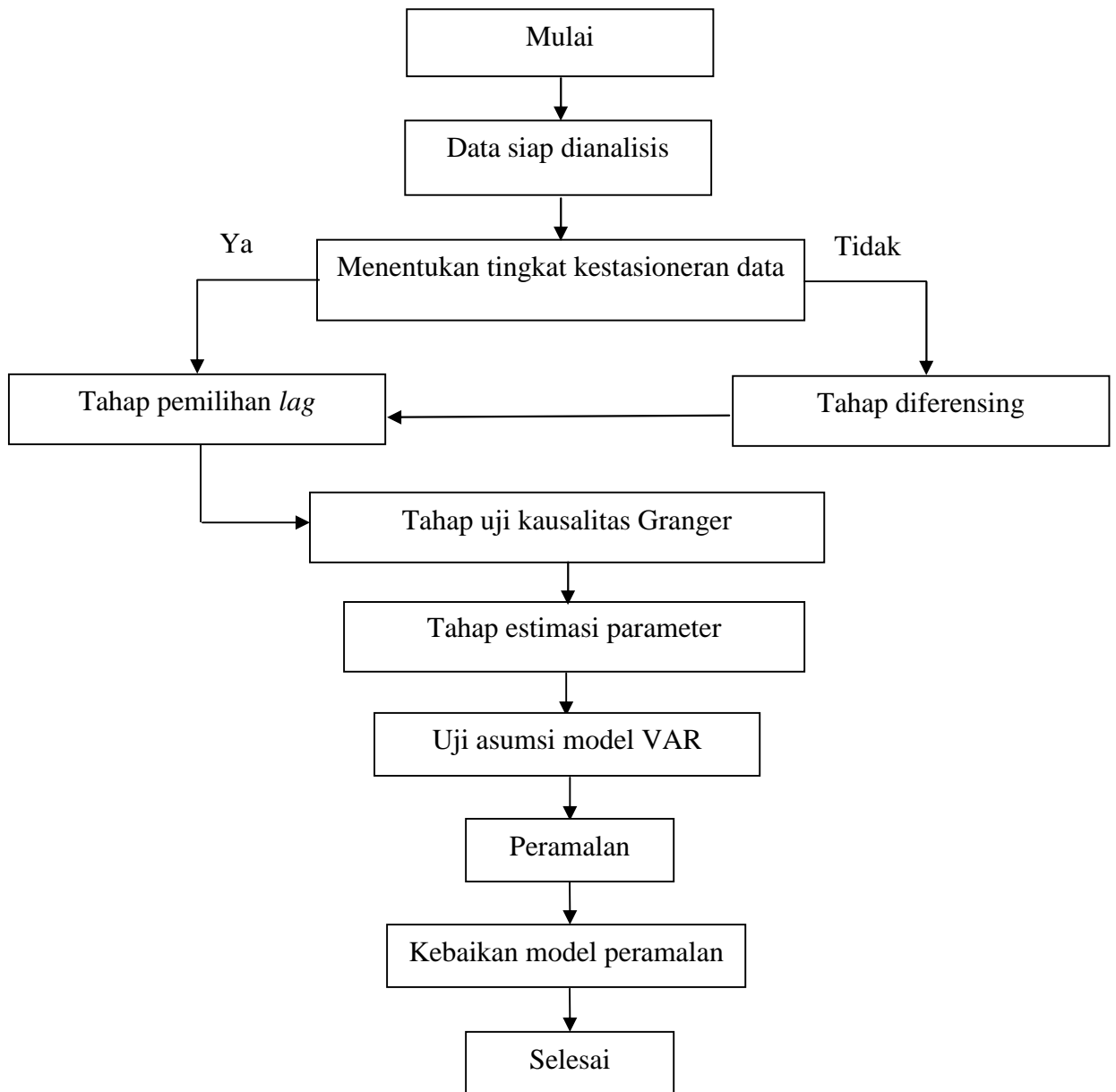
Model analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan model VAR. Selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software* statistika misalnya Eviews dan Minitab.

#### **3.3 Tahapan Analisis Data**

Membentuk model VAR dengan tahapan sebagai berikut :

1. Uji Stasioneritas Data
2. Penentuan *Lag* VAR
3. Uji Kausalitas Granger
4. Estimasi VAR
5. Menguji asumsi model VAR

Setelah mendapatkan model peramalan yang akan digunakan, selanjutnya dilakukan peramalan untuk beberapa periode mendatang dan diuji kebaikan model peramalan. Langkah-langkah membangun model tersebut dapat digambarkan dalam *flowchart* sebagai berikut :

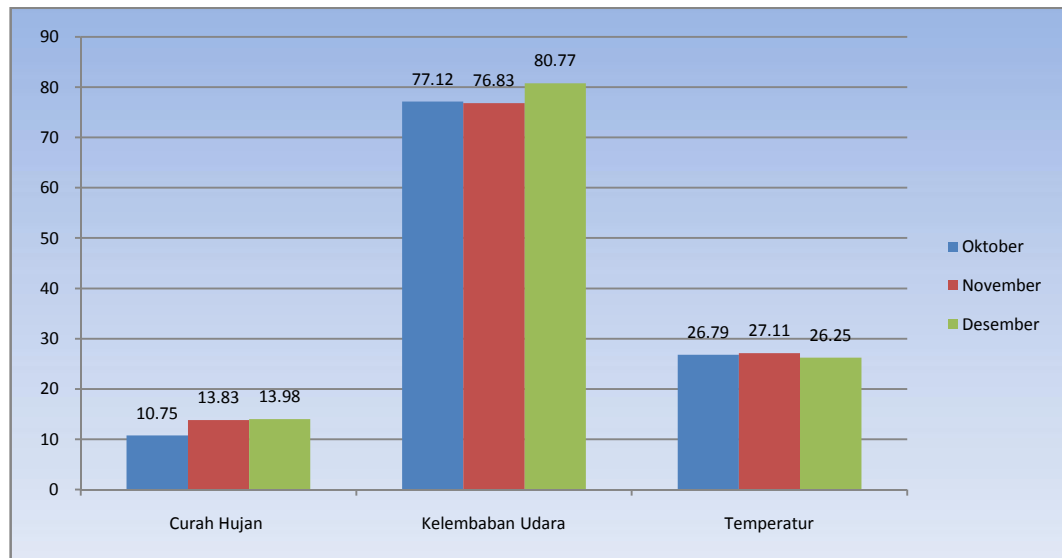


**Gambar 3.1** *Flowchart* Membangun Model Peramalan VAR

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Deskriptif Rata-Rata Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara Kota Pekanbaru

Rata-rata jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara kota Pekanbaru pada bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011 mengalami kenaikan dan penurunan setiap bulan. Untuk lebih jelasnya, rata-rata jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara disajikan pada Lampiran A dan Gambar 4.1:



**Gambar 4.1 Histogram Rata-Rata Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara**

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011. Rata-rata curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu 13.98 mm dan terendah terjadi pada bulan Oktober yaitu 10.75 mm. Rata-rata kelembaban udara tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu 80.77 % dan terendah terjadi pada bulan November yaitu 76.83 %. Rata-rata temperatur udara tertinggi terjadi pada bulan November yaitu 27.11 °C dan terendah terjadi pada bulan Desember yaitu 26.25 °C. Peningkatan dan penurunan rata-rata jumlah curah hujan,

kelembaban udara dan temperatur udara di kota Pekanbaru disebabkan keadaan cuaca dan iklim di kota pekanbaru.

**Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Jumlah Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Temperatur Udara Kota Pekanbaru**

Variabel	N (Jumlah Data)	Mean	Minimum	Maksimum
Curah hujan	92	12.85	0.2	82
Kelembaban Udara	92	78.26	62	94
Temperatur Udara	92	26.71	23.9	29.2

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa rata-rata perhari jumlah curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara adalah 12.85 mm, 78.26 % dan 26.71 °C. 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 °C pada hari ke-13 bulan Oktober dan terendah adalah 23.9 °C pada hari ke-24 bulan Desember.

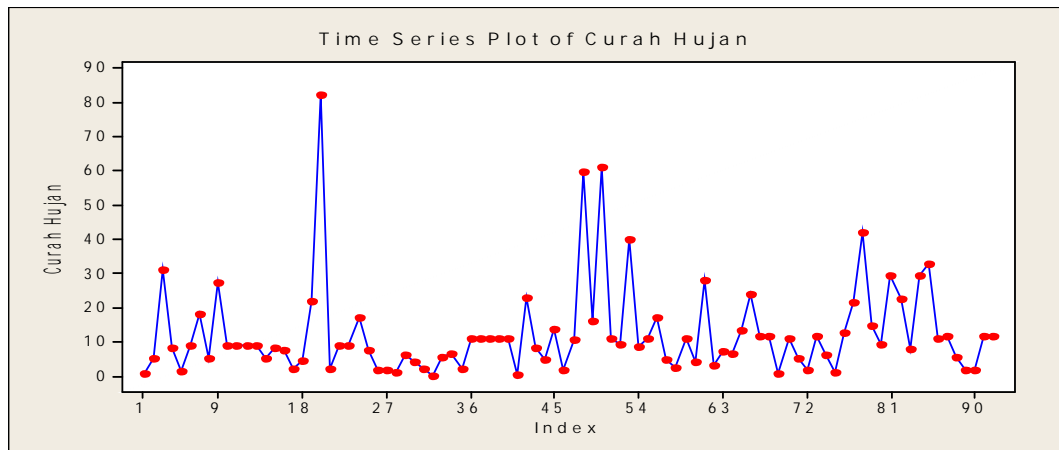
#### 4.2 Pembentukan Model Peramalan Curah Hujan

Bagian 4.2 ini menjelaskan tentang langkah-langkah pembentukan model peramalan curah hujan dengan model VAR. Data yang digunakan untuk pembentukan model tersebut sebanyak 92 data yaitu data bulan Oktober 2011 sampai Desember 2011 yang terdiri dari data curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara. Data curah hujan, kelembaban udara dan temperatur udara disajikan pada Lampiran A dan Gambar 4.1. Adapun langkah-langkah dalam pembentukan model yaitu uji stasioneritas data, penentuan *lag* optimal, uji kausalitas Granger, estimasi parameter, uji asumsi model VAR, penerapan model untuk peramalan dan kebaikan model peramalan.

## Langkah 1. Uji Stasioneritas Data

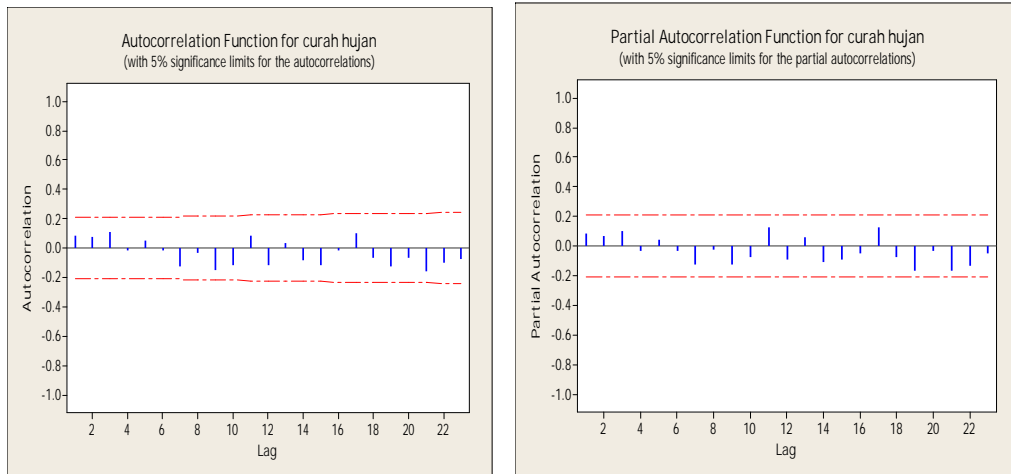
### a. Data curah hujan

Langkah stasioner data adalah langkah untuk melihat apakah data stasioner sehingga dapat digunakan untuk pembentukan model selanjutnya. Penulis menggunakan bantuan *software* minitab dalam proses analisa agar mempermudah dalam perhitungan, maka diperoleh plot data aktual terhadap waktu pada Gambar 4.2 dan ACF serta PACF pada Gambar 4.3. Berikut merupakan grafik data aktual jumlah curah hujan kota Pekanbaru sebanyak 92 hari terhitung, mulai tanggal 01 Oktober 2011 sampai 31 Desember 2011 dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan Kota Pekanbaru**

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa 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. Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat dikatakan rata-rata dan varians dari data curah hujan adalah konstan sehingga data dikatakan stasioner.



**Gambar 4.3 ACF dan PACF Data Aktual Curah Hujan Kota Pekanbaru**

Plot data ACF dan PACF dikatakan stasioner apabila plot ACF dan PACF turun secara eksponensial. Berdasarkan plot ACF dan PACF curah hujan kota Pekanbaru pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa data tidak stasioner karena *lag-lag* pada fungsi autokorelasi tidak turun secara eksponensial.

Selain menggunakan plot data aktual dan plot ACF serta PACF untuk menentukan kestasioneran data dapat dilakukan menggunakan uji *unit root*. Penulis menggunakan bantuan *software* Eviews dalam proses analisa agar mempermudah dalam perhitungan. Berikut merupakan uji *unit root* yang digunakan untuk kestasioneran data :

1. Uji *unit root* ADF

Adapun hipotesis uji ADF yang digunakan untuk curah hujan kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru terdapat *unit root* (curah hujan tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (curah hujan stasioner). Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.2 Uji *Unit Root* ADF untuk Curah Hujan**

		Statistik- $\frac{\epsilon}{\sigma}$
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>		-8.685858
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-3.503879
	5%	-2.893589
	10%	-2.583931

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji ADF lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (curah hujan stasioner).

## 2. Uji *unit root* PP

Adapun hipotesis uji PP yang digunakan untuk curah hujan kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru terdapat *unit root* (curah hujan tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (curah hujan stasioner). Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.3 Uji *Unit Root* PP untuk Curah Hujan**

		Statistik- $\frac{\epsilon}{\sigma}$
<i>Phillips-Perron (PP)</i>		-8.737454
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-3.503879
	5%	-2.893589
	10%	-2.583931

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji PP lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (curah hujan stasioner).

### 3. Uji *unit root* KPSS

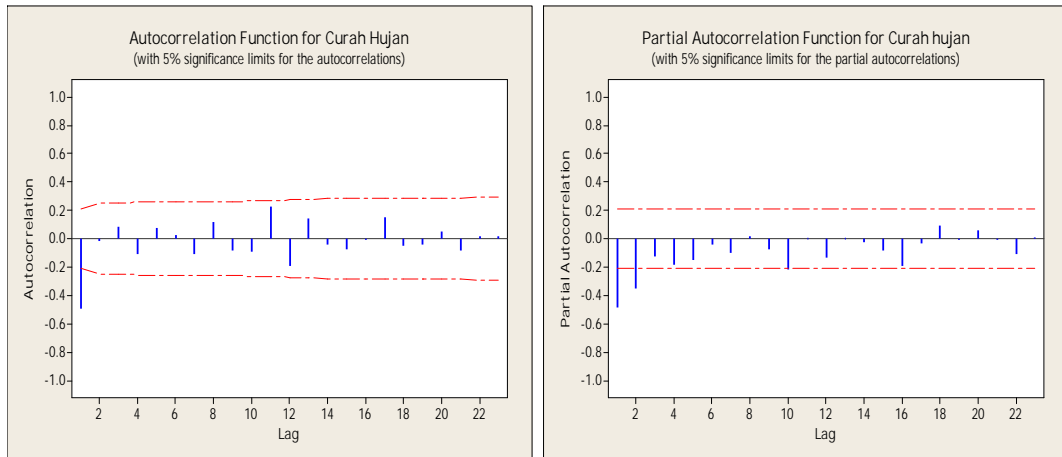
Adapun hipotesis uji KPSS yang digunakan untuk curah hujan kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru stasioner dan  $H_1$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru tidak stasioner. Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.4 Uji *Unit Root* KPSS untuk Curah Hujan**

		Statistik-
<i>Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)</i>		0.101410
Nilai Kritik Mackinnon	1%	0.739000
	5%	0.463000
	10%	0.347000

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji KPSS lebih kecil dari nilai mutlak nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Sehingga terima  $H_0$  yang berarti curah hujan kota Pekanbaru stasioner.

Berdasarkan dari uji *unit root* data curah hujan telah stasioner. Akan tetapi, pada plot ACF dan PACF data curah hujan tidak stasioner. Hal ini dikarenakan *lag-lag* pada plot ACF dan PACF tidak turun secara eksponensial. Maka secara keseluruhan dapat disimpulkan data tidak stasioner sehingga untuk menstasionerkan data perlu dilakukan *differencing*. Hasil *differencing* untuk data curah hujan kota Pekanbaru dapat dilihat pada lampiran C. selanjutnya plot ACF dan PACF dari data hasil *differencing* disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.4 berikut :



**Gambar 4.4 ACF dan PACF Hasil *Differencing* Pertama Data Curah Hujan**

Grafik ACF dan PACF setelah *differencing* pertama pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa data sudah stasioner karena *lag-lag* pada ACF dan PACF hasil *differencing* pertama turun secara eksponensial. Selanjutnya dilakukan uji *unit root* untuk *differencing* pertama. Berikut merupakan uji *unit root* setelah dilakukan *differencing* pertama :

1. Uji *unit root* ADF

Adapun hipotesis uji ADF yang digunakan untuk curah hujan kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru terdapat *unit root* (curah hujan tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (curah hujan stasioner). Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.5 Uji *Unit Root* ADF untuk *Differencing* Pertama Data Curah Hujan**

		Statistik $\frac{-\tau}{\sigma}$
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>		-11.71669
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-4.064453
	5%	-3.461094
	10%	-3.156776

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji ADF lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritis Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat unit *root* (curah hujan stasioner).

## 2. Uji *unit root* PP

Adapun hipotesis uji PP yang digunakan untuk curah hujan kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru terdapat *unit root* (curah hujan tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (curah hujan stasioner). Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.6 Uji *Unit Root* PP untuk *Differencing* Pertama Data Curah Hujan**

		Statistik $\frac{t}{\tau}$
<i>Phillips-Perron (PP)</i>		-35.70364
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-4.063233
	5%	-3.460516
	10%	-3.156439

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji PP lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritis Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data curah hujan kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (curah hujan stasioner).

## 3. Uji *unit root* KPSS

Adapun hipotesis uji KPSS yang digunakan untuk curah hujan kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru stasioner dan  $H_1$  menunjukkan curah hujan kota Pekanbaru tidak stasioner. Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.7 Uji Unit Root KPSS untuk Differencing Pertama Data Curah Hujan**

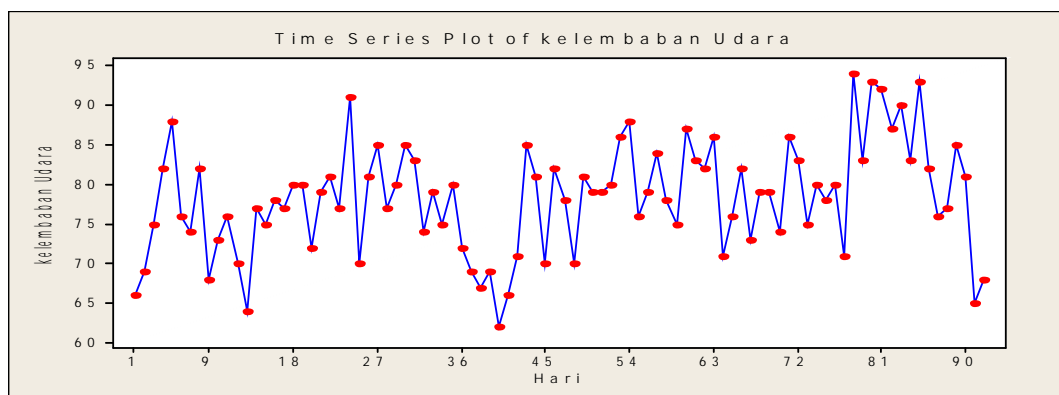
		Statistik- $t$
<i>Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)</i>		0.072624
Nilai Kritik Mackinnon	1%	0.216000
	5%	0.146000
	10%	0.119000

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji KPSS lebih kecil dari nilai mutlak nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Sehingga terima  $H_0$  yang berarti curah hujan kota Pekanbaru stasioner.

Berdasarkan dari hasil *differencing* pertama untuk uji *unit root* data curah hujan adalah data yang stasioner. Berdasarkan plot ACF serta plot PACF data curah hujan juga merupakan data yang stasioner, maka dapat disimpulkan bahwa data curah hujan stasioner pada tingkat *differencing* pertama.

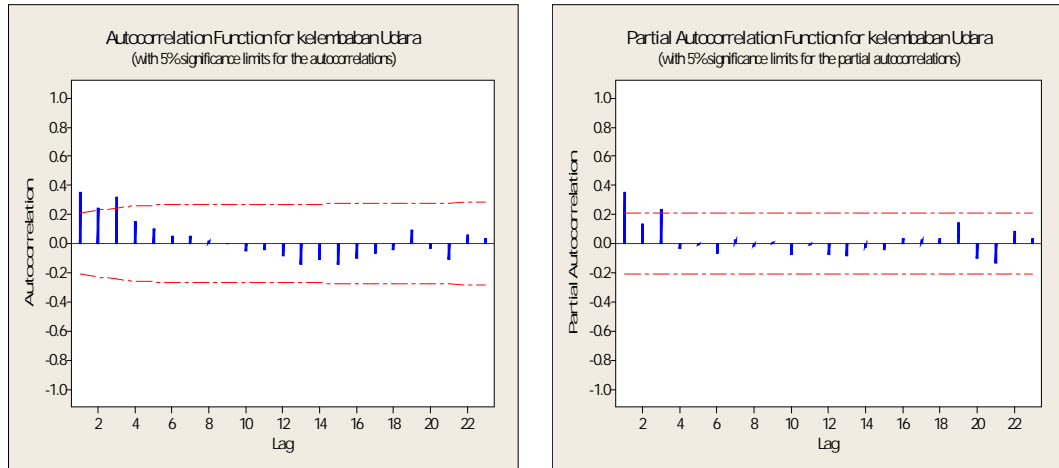
#### **b. Data kelembaban udara**

Selanjutnya dilakukan uji kestasioneran data terhadap data kelembaban udara. Maka diperoleh plot data aktual terhadap waktu pada Gambar 4.5 dan ACF serta PACF pada Gambar 4.6. Berikut merupakan grafik data aktual jumlah kelembaban udarakota Pekanbaru sebanyak 92 hari terhitung, mulai tanggal 01 Oktober 2011 sampai 30 Desember 2011 dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut :



**Gambar 4.5 Grafik Kelembaban Udara Kota Pekanbaru**

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa terjadi kestabilan data dari hari pertama hingga hari ke 92. Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat dikatakan rata-rata dan varians dari data kelembaban udara adalah konstan sehingga data dikatakan stasioner.



**Gambar 4.6 ACF dan PACF Data Aktual Kelembaban Udara Kota Pekanbaru**

Plot data ACF dan PACF dikatakan stasioner apabila plot ACF dan plot PACF turun secara eksponensial. Berdasarkan plot ACF dan PACF kelembaban udara kota Pekanbaru pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa data tidak stasioner karena *lag-lag* pada fungsi autokorelasi tidak turun secara eksponensial.

Selain menggunakan plot data aktual dan plot ACF serta PACF untuk menentukan kestasioneran data dapat dilakukan menggunakan uji *unit root*. Penulis menggunakan bantuan *software* Eviews dalam proses analisa agar mempermudah dalam perhitungan. Berikut merupakan uji *unit root* yang digunakan untuk kestasioneran data :

1. Uji *unit root* ADF

Adapun hipotesis uji ADF yang digunakan untuk kelembaban udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (kelembaban udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (kelembaban udara stasioner).

Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.8 Uji *Unit Root* ADF untuk Kelembaban Udara**

		Statistik-
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>		-6.525804
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-3.503879
	5%	-2.893589
	10%	-2.583931

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik *t* untuk uji ADF lebih besar dari nilai mutlak statistik *t* untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (kelembaban udara stasioner).

## 2. Uji *unit root* PP

Adapun hipotesis uji PP yang digunakan untuk kelembaban udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (kelembaban udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (kelembaban udara stasioner). Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.9 Uji *Unit Root* PP untuk Kelembaban Udara**

		Statistik-
<i>Phillips-Perron (PP)</i>		-6.853132
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-3.503879
	5%	-2.893589
	10%	-2.583931

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji PP lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (kelembaban udara stasioner).

### 3. Uji *unit root* KPSS

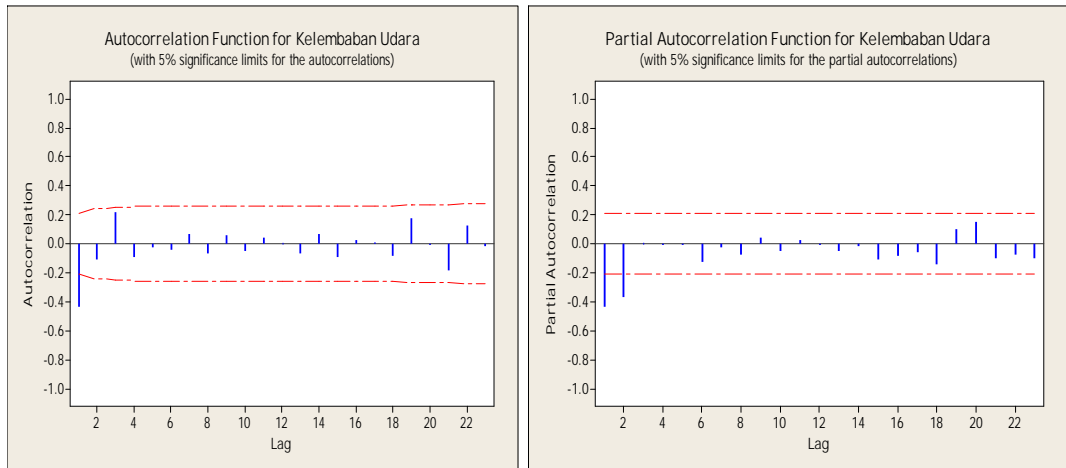
Adapun hipotesis uji KPSS yang digunakan untuk kelembaban udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru stasioner dan  $H_1$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru tidak stasioner. Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.10 Uji *Unit Root* KPSS untuk Kelembaban Udara**

		Statistik-
<i>Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)</i>		0.397828
Nilai Kritik Mackinnon	1%	0.739000
	5%	0.463000
	10%	0.347000

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji KPSS lebih kecil dari nilai mutlak nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Sehingga terima  $H_0$  yang berarti kelembaban udara kota Pekanbaru stasioner.

Berdasarkan dari uji *unit root* data kelembaban udara stasioner. Akan tetapi, pada plot ACF dan PACF data kelembaban udara tidak stasioner. Hal ini dikarenakan *lag-lag* pada plot ACF dan PACF tidak turun secara eksponensial. Maka secara keseluruhan dapat disimpulkan data tidak stasioner sehingga untuk menstasionerkan data perlu dilakukan *differencing*. Hasil *differencing* untuk data kelembaban udara kota pekanbaru dapat dilihat pada lampiran C. selanjutnya plot ACF dan PACF dari data hasil *differencing* juga dapat disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.7 berikut :



**Gambar 4.7 ACF dan PACF Hasil *Differencing* Pertama Data Kelembaban Udara**

Grafik ACF dan PACF setelah *differencing* pertama pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa data sudah stasioner karena *lag-lag* pada ACF dan PACF hasil *differencing* pertama turun secara eksponensial. Selanjutnya dilakukan uji *unit root* untuk *differencing* pertama. Berikut merupakan uji *unit root* setelah dilakukan *differencing* pertama :

1. Uji *unit root* ADF

Adapun hipotesis uji ADF yang digunakan untuk kelembaban udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (kelembaban udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (kelembaban udara stasioner). Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.11 Uji *Unit Root* ADF untuk *Differencing* Pertama Data Kelembaban Udara**

		Statistik- <sup>a</sup> Kelembaban Udara
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>		-11.66601
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-4.064453
	5%	-3.461094
	10%	-3.156776

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji ADF lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat unit *root* (kelembaban udara stasioner).

## 2. Uji *unit root* PP

Adapun hipotesis uji PP yang digunakan untuk kelembaban udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (kelembaban udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (kelembaban udara stasioner). Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.12 Uji Unit Root PP untuk Differencing Pertama Data Kelembaban Udara**

		Statistik- <sup>Kele</sup> $t$
<i>Phillips-Perron (PP)</i>		-17.17394
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-4.063233
	5%	-3.460516
	10%	-3.156439

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji PP lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data kelembaban udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (kelembaban udara stasioner).

## 3. Uji *unit root* KPSS

Adapun hipotesis uji KPSS yang digunakan untuk kelembaban udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru stasioner dan  $H_1$  menunjukkan kelembaban udara kota Pekanbaru tidak stasioner. Berikut

adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.13 Uji Unit Root KPSS untuk Differencing Pertama Data Kelembaban Udara**

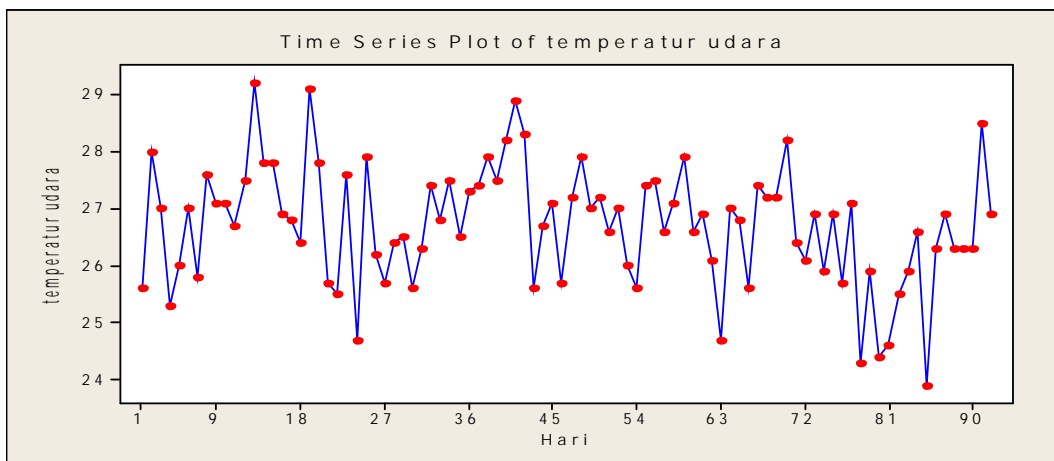
		Statistik- <sup>*****</sup> $t$
<i>Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)</i>		0.013415
Nilai Kritik Mackinnon	1%	0.216000
	5%	0.146000
	10%	0.119000

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.13 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji KPSS lebih kecil dari nilai mutlak nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Sehingga terima  $H_0$  yang berarti kelembaban udara kota Pekanbaru stasioner.

Berdasarkan dari hasil *differencing* pertama untuk uji *unit root* data kelembaban udara adalah data yang stasioner. Berdasarkan plot ACF serta plot PACF data kelembaban udara juga merupakan data yang stasioner, maka dapat disimpulkan bahwa data kelembaban udara stasioner pada tingkat *differencing* pertama.

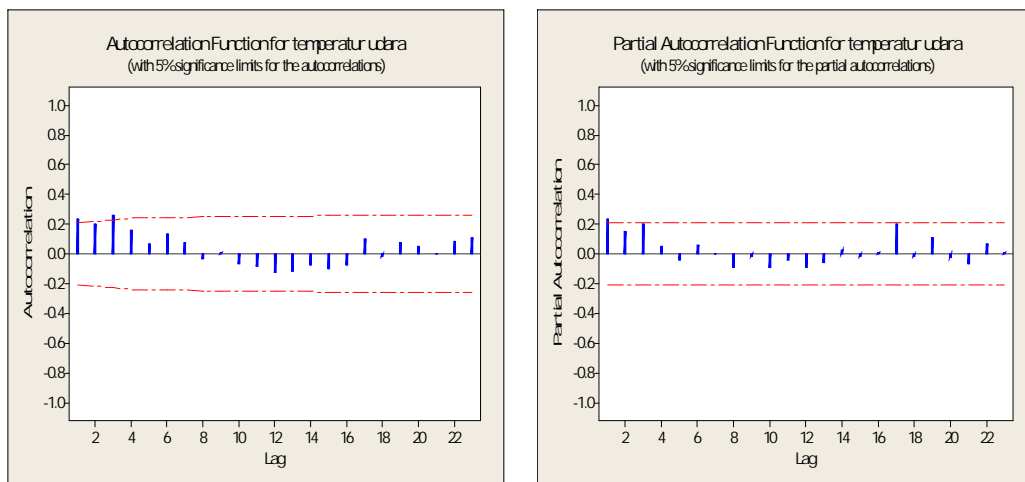
### c. Temperatur Udara

Selanjutnya dilakukan uji kestasioneran data terhadap data temperatur udara. Maka diperoleh plot data aktual terhadap waktu pada Gambar 4.8 dan ACF serta PACF pada Gambar 4.9. Berikut merupakan grafik data aktual jumlah temperatur udara kota Pekanbaru sebanyak 92 hari terhitung, mulai tanggal 01 Oktober 2011 sampai 31 Desember 2011 dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 4.8 Grafik Temperatur Udara Kota Pekanbaru**

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa terjadi kestabilan data dari hari pertama hingga hari ke 92 untuk data temperatur udara. Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat dikatakan rata-rata dan varians dari data temperatur adalah konstan sehingga data dikatakan stasioner.



**Gambar 4.9 ACF dan PACF Data Aktual Temperatur Udara Kota Pekanbaru**

Plot data plot ACF dan PACF dikatakan stasioner apabila plot ACF dan plot PACF turun secara eksponensial. Berdasarkan plot ACF dan PACF temperatur udara kota Pekanbaru pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa data tidak stasioner karena *lag-lag* pada fungsi autokorelasi tidak turun secara eksponensial.

Selain menggunakan plot data aktual dan plot ACF serta PACF untuk menentukan kestasioneran data dapat dilakukan menggunakan uji *unit root*. Penulis menggunakan bantuan *software* Eviews dalam proses analisa agar mempermudah dalam perhitungan. Berikut merupakan uji *unit root* yang digunakan untuk kestasioneran data :

1. Uji *unit root* ADF

Adapun hipotesis uji ADF yang digunakan untuk temperatur udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (temperatur udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner). Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.14 Uji *Unit Root* ADF untuk Temperatur Udara**

		Statistik- $t$
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>		-7.469281
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-3.503879
	5%	-2.893589
	10%	-2.583931

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji ADF lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data temperatur udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner).

2. Uji *unit root* PP

Adapun hipotesis uji PP yang digunakan untuk temperatur udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (temperatur udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner). Berikut

adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.15 Uji Unit Root PP untuk Temperatur Udara**

		Statistik- $\frac{\epsilon}{\epsilon}$
<i>Phillips-Perron (PP)</i>		-7.737097
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-3.503879
	5%	-2.893589
	10%	-2.583931

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.15 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji PP lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data temperatur udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner).

### 3. Uji *unit root* KPSS

Adapun hipotesis uji KPSS yang digunakan untuk temperatur udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru stasioner dan  $H_1$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru tidak stasioner. Berikut adalah hasil uji stasioner menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

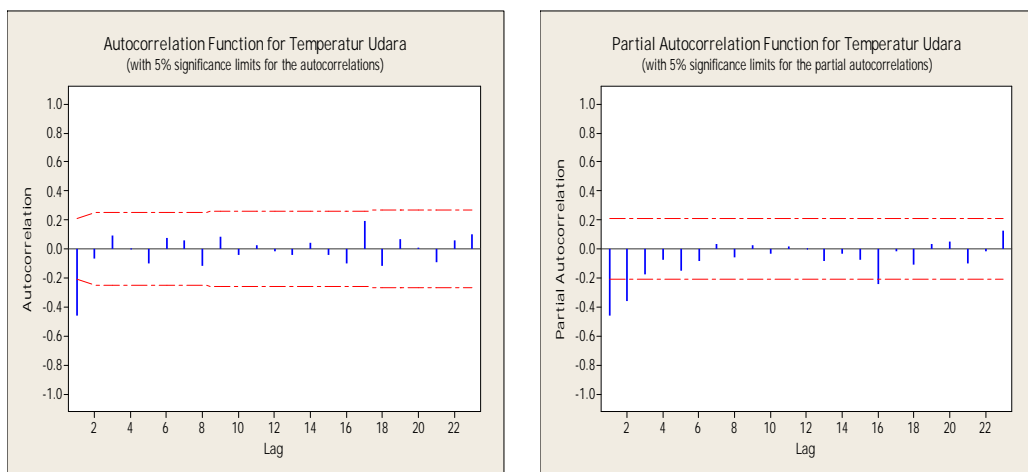
**Tabel 4.16 Uji Unit Root KPSS untuk Temperatur Udara**

		Statistik- $\frac{\epsilon}{\epsilon}$
<i>Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)</i>		0.366303
Nilai Kritik Mackinnon	1%	0.739000
	5%	0.463000
	10%	0.347000

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.16 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji KPSS lebih kecil dari nilai mutlak nilai kritik

Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Sehingga terima  $H_0$  yang berarti temperatur udara kota Pekanbaru stasioner.

Berdasarkan dari uji *unit root* data temperatur udara stasioner. Akan tetapi, pada plot ACF dan PACF data temperatur udara tidak stasioner. Hal ini dikarenakan *lag-lag* pada plot ACF dan PACF tidak turun secara eksponensial. Maka secara keseluruhan dapat disimpulkan data tidak stasioner sehingga untuk menstasionerkan data perlu dilakukan *differencing*. Hasil *differencing* untuk data temperatur udara kota pekanbaru dapat dilihat pada lampiran C. selanjutnya plot ACF dan PACF dari data hasil *differencing* juga dapat disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.10 berikut :



**Gambar 4.10 ACF dan PACF Hasil *Differencing* Pertama Data Temperatur Udara**

Grafik ACF dan PACF setelah *differencing* pertama pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa data sudah stasioner karena *lag-lag* pada ACF dan PACF hasil *differencing* pertama turun secara eksponensial. Selanjutnya dilakukan uji *unit root* untuk *differencing* pertama. Berikut merupakan uji *unit root* setelah dilakukan *differencing* pertama :

#### 1. Uji *unit root* ADF

Adapun hipotesis uji ADF yang digunakan untuk temperatur udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (temperatur udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan temperatur udara

kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner). Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.17 Uji Unit Root ADF untuk Differencing Pertama Data Temperatur Udara**

		Statistik- $\frac{T\hat{\alpha}}{\hat{\sigma}_\epsilon}$
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>		-11.73877
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-4.064453
	5%	-3.461094
	10%	-3.156776

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.17 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik *t* untuk uji ADF lebih besar dari nilai mutlak statistik *t* untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data temperatur udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner).

## 2. Uji *unit root* PP

Adapun hipotesis uji PP yang digunakan untuk temperatur udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru terdapat *unit root* (temperatur udara tidak stasioner) dan  $H_1$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner). Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.18 Uji Unit Root PP untuk Differencing Pertama Data Temperatur Udara**

		Statistik- $\frac{T\hat{\alpha}}{\hat{\sigma}_\epsilon}$
<i>Phillips-Perron (PP)</i>		-23.90897
Nilai Kritik Mackinnon	1%	-4.063233
	5%	-3.460516
	10%	-3.156439

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji PP lebih besar dari nilai mutlak statistik  $t$  untuk nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tolak  $H_0$  yang berarti data temperatur udara kota Pekanbaru tidak terdapat *unit root* (temperatur udara stasioner).

### 3. Uji *unit root* KPSS

Adapun hipotesis uji KPSS yang digunakan untuk temperatur udara kota Pekanbaru adalah  $H_0$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru stasioner dan  $H_1$  menunjukkan temperatur udara kota Pekanbaru tidak stasioner. Berikut adalah hasil *differencing* pertama menggunakan uji *unit root* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel:

**Tabel 4.19 Uji Unit Root KPSS untuk Differencing Pertama Data Temperatur Udara**

		Statistik- <sup>*****</sup> $\frac{\tau}{\sigma}$
<i>Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS)</i>		0.111465
Nilai Kritik Mackinnon	1%	0.216000
	5%	0.146000
	10%	0.119000

Berdasarkan *output* yang disajikan dalam Tabel 4.19 dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik  $t$  untuk uji KPSS lebih kecil dari nilai mutlak nilai kritik Mackinnon pada tingkat signifikan 0.05. Sehingga terima  $H_0$  yang berarti temperatur udara kota Pekanbaru stasioner.

Berdasarkan dari hasil *differencing* pertama untuk uji *unit root* data temperatur udara adalah data yang stasioner. Berdasarkan plot ACF serta plot PACF data temperatur udara juga merupakan data yang stasioner, maka dapat disimpulkan bahwa data temperatur udara stasioner pada tingkat *differencing* pertama.

## Langkah 2. Penentuan Panjang *Lag*

Setelah diketahui 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* dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel 4.20.

**Tabel 4.20 Panjang *Lag* Optimal**

Lag	AIC	SC	HQ
0	16.64552	16.73234*	16.68042
1	16.41848	16.76573	16.55807*
2	16.38599*	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 *output* yang disajikan dalam Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa nilai AIC lebih kecil dibandingkan dengan nilai SIC dan HQ yaitu pada *lag*2, yang berarti bahwa panjang *lag* optimal adalah *lag* 2.

## Langkah 3. 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 dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel.

**Tabel 4.21 Uji Kausalitas Granger**

Hipotesis Null	Obs	F-Statistik	<i>P-value</i>
KU tidak mempengaruhi CU	90	0.19096	0.82652
CU tidak mempengaruhi KU		2.61810	0.07882
TU tidak mempengaruhi CU	90	4.24121	0.01755
CU tidak mempengaruhi TU		4.30312	0.01659

Dari hasil pengujian kausalitas Granger diperoleh :

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.

#### Langkah 4. 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 :

$$CU_t = \alpha_{10} + \alpha_{11}CU_{t-1} + \alpha_{12}CU_{t-2} + \alpha_{13}KU_{t-1} + \alpha_{14}KU_{t-2} + \alpha_{15}TU_{t-1} + \alpha_{16}TU_{t-2} \quad (4.1)$$

$$KU_t = \alpha_{20} + \alpha_{21}CU_{t-1} + \alpha_{22}CU_{t-2} + \alpha_{23}KU_{t-1} + \alpha_{24}KU_{t-2} + \alpha_{25}TU_{t-1} + \alpha_{26}TU_{t-2} \quad (4.2)$$

$$TU_t = \alpha_{30} + \alpha_{31}CU_{t-1} + \alpha_{32}CU_{t-2} + \alpha_{33}KU_{t-1} + \alpha_{34}KU_{t-2} + \alpha_{35}TU_{t-1} + \alpha_{36}TU_{t-2} \quad (4.3)$$

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) dengan *software* Eviews yang disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 4.22 Estimasi Parameter Model VAR(2)**

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

Berdasarkan Tabel 4.13, model VAR(2) pada Persamaan (4.1), (4.2) dan (4.3) yang terbentuk adalah :

$$\begin{aligned}
CU_t = & -88.73 + 0.20CU_{t-1} + 0.12CU_{t-2} + 1.40KU_{t-1} - 0.91KU_{t-2} \\
& + 9.85TU_{t-1} - 7.6TU_{t-2}
\end{aligned} \tag{4.4}$$

$$\begin{aligned}
KU_t = & 35.71 + 0.09CU_{t-1} + 0.06CU_{t-2} + 0.30KU_{t-1} + 0.13KU_{t-2} + \\
& 0.52TU_{t-1} - 0.27TU_{t-2}
\end{aligned} \tag{4.5}$$

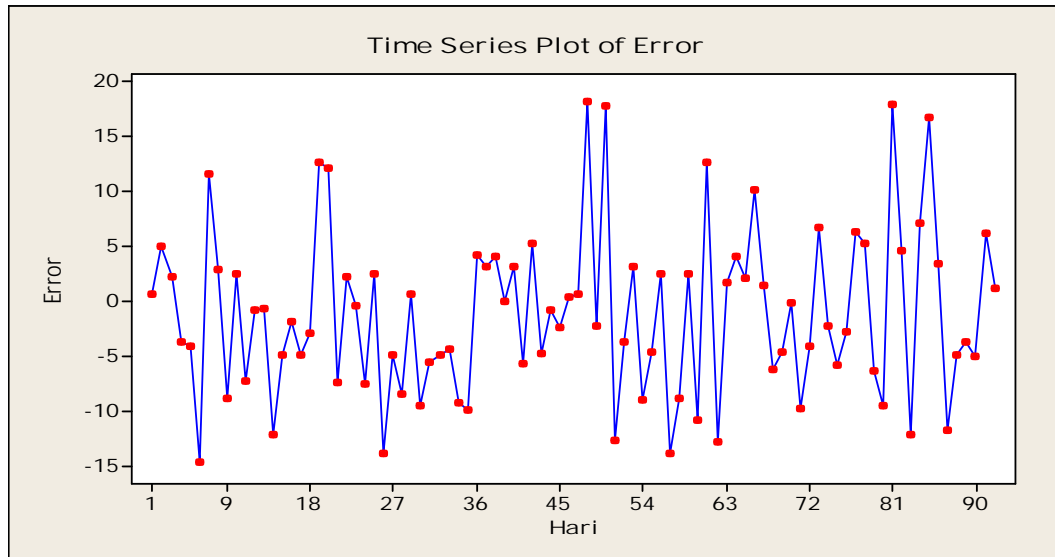
$$\begin{aligned}
TU_t = & 25.82 - 0.02CU_{t-1} - 0.01CU_{t-2} - 0.02KU_{t-1} - 0.02KU_{t-2} + \\
& 0.07TU_{t-1} + 0.09TU_{t-2}
\end{aligned} \tag{4.6}$$

Persamaan (4.4), (4.5) dan (4.6) dapat dibentuk ke dalam bentuk matriks sehingga menjadi :

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} CU_t \\ KU_t \\ TU_t \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} -88.73 \\ 35.71 \\ 25.82 \end{bmatrix} \\
&+ \begin{bmatrix} 0.20 & 0.12 & 1.40 & -0.91 & 9.85 & -7.63 \\ 0.09 & 0.06 & 0.30 & 0.13 & 0.52 & -0.27 \\ -0.02 & -0.01 & -0.02 & -0.02 & 0.07 & 0.09 \end{bmatrix} \\
&\begin{bmatrix} CU_{t-1} \\ CU_{t-2} \\ KU_{t-1} \\ KU_{t-2} \\ TU_{t-1} \\ TU_{t-2} \end{bmatrix}
\end{aligned} \tag{4.7}$$

### Langkah 5. 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 4.11 berikut :



**Gambar 4.11 Grafik *Error* Data Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru**

Berdasarkan plot pada Gambar 4.1 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.

### **Langkah 6. 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.

#### **a. Data *training***

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 (4.7) untuk data *training* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} CU_t \\ KU_t \\ TU_t \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} -88.73 \\ 35.71 \\ 25.82 \end{bmatrix} \\
&+ \begin{bmatrix} 0.20 & 0.12 & 1.40 & -0.91 & 9.85 & -7.63 \\ 0.09 & 0.06 & 0.30 & 0.13 & 0.52 & -0.27 \\ -0.02 & -0.01 & -0.02 & -0.02 & 0.07 & 0.09 \end{bmatrix} \\
&\begin{bmatrix} CU_{t-1} \\ CU_{t-2} \\ KU_{t-1} \\ KU_{t-2} \\ TU_{t-1} \\ TU_{t-2} \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} -88.73 \\ 35.71 \\ 25.82 \end{bmatrix} \\
&+ \begin{bmatrix} 0.20 & 0.12 & 1.40 & -0.91 & 9.85 & -7.63 \\ 0.09 & 0.06 & 0.30 & 0.13 & 0.52 & -0.27 \\ -0.02 & -0.01 & -0.02 & -0.02 & 0.07 & 0.09 \end{bmatrix} \\
&\begin{bmatrix} 5.0 \\ 0.6 \\ 69 \\ 66 \\ 28 \\ 25.6 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 28.77 \\ 73.56 \\ 27.38 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil 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. Selanjutnya untuk peramalan data *training* yang lain dapat dilihat dalam Lampiran D.

#### b. Data Peramalan

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah meramalkan curah hujan kota Pekanbaru untuk BMKG kota Pekanbaru. 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 4.24 berikut:

**Tabel 4.23 Data Hasil Peramalan Curah Hujan Kota Pekanbaru**

No	Tanggal	R <sup>2</sup> Peramalan ( $\frac{20469}{3469}$ )
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 4.23 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.

#### **Langkah 7. Keباikan 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.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya bahwa model yang diperoleh untuk peramalan curah hujan kota Pekanbaru dari BMKG kota Pekanbaru dengan menggunakan langkah-langkah model VAR adalah model VAR(2) dengan persamaan matematisnya sebagai berikut:

$$CU_t = -88.73 + 0.20CU_{t-1} + 0.12 + 1.40KU_{t-1} - 0.91KU_{t-2} + \\ + 9.85TU_{t-1} - 7.63TU_{t-2}$$

$$KU_t = 35.71 + 0.09CU_{t-1} + 0.06CU_{t-2} + 0.30KU_{t-1} + 0.13KU_{t-2} + \\ 0.52TU_{t-1} - 0.27TU_{t-2}$$

$$TU_t = 25.83 - 0.02CU_{t-1} - 0.01CU_{t-2} - 0.02KU_{t-1} - 0.02KU_{t-2} + \\ 0.07TU_{t-1} + 0.09TU_{t-2}$$

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.

#### **5.2 Saran**

Tugas akhir ini menjelaskan peramalan curah hujan kota Pekanbaru dari BMKG kota Pekanbaru dengan variabel kelembaban udara dan tekanan udara menggunakan model VAR. Bagi para pembaca, penulis menyarankan meramalkan curah hujan dengan menambah variabel lain yang lebih berpengaruh signifikan terhadap curah hujan di daerah kota Pekanbaru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Diah, Safitri Asih. "Vector Autoregressive (VAR) untuk peramalan harga saham PT.Indofood Sukses Makmur Indonesia Tbk". *Jurnal Matematika Vol 11*. 2008.
- Enders W. *Applied Econometric Times Series*. New York. Willey and Sons, Inc. 1995.
- Gunarsih, A. K. *Klimatologi Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta. 2008.
- Hadiyatullah. "Model Vector Autoregressive (VAR) dan Penerapannya Untuk Analisis Pengaruh Harga Migas Terhadap Indeks Harga Konsumen (IHK)". *Skripsi Mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta*. 2011.
- Handoko. *Klimatologi Dasar*. Bogor. Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. 1993.
- Lakitan Benyamin. *Dasar-dasar Klimatologi*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 2002.
- R. Ajija Shochrul, dkk. *Cara Cerdas Menguasai Eviews*. Salemba Empat. Jakarta. 2011.
- S Yonathan Hadi. "Analisis Vector Autoregressive terhadap Korelasi Antara Pendapatan Nasional dan Investasi Pemerintah di Indonesia." *Jurnal Keuangan dan Moneter Volume 6 Nomor 2*. 2003.
- Saleh Ahmar Ansari. "Vector Autoregressive (VAR)". *Tugas Individu Mahasiswa Universitas Gadjah Mada*. 2011.
- Sembiring, R.K. *Analisis Regresi*. Edisi kedua. Penerbit ITB. 1995.
- Supranto. *Ekonometri Buku Satu*. Ghalia Indonesia. Bogor. 2005.
- Syakir Akhmad Kurnia. "Analisis Interpedensi Neraca Transaksi Berjalan-Neraca Modal Indonesia Pendekatan Model Vector Autoregressive Dan Vector Error Correction 1981.1-2002.3". *Jurnal Ekonomi Pembangunan*. 2005.
- Rosita Tita. "Analisis Vector Autoregressive (VAR) untuk Pemodelan Curah Hujan di Darmaga Bogor. *Tesis Mahasiswa Pascasarjana Institut Pertanian Bogor*. 2011.
- Tjasjono B. *Klimatologi Terapan*. Bandung. ITB. 1992.

Widarjono Agus. *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya*. Ekonisia. Yogyakarta. 2009.

Zivot, E dan Wang, J. *Modelling Financial Times Series with S-PLUS*. Edisi kedua. 2005.