

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Teori Iklim

*Meteorologi* atau ilmu cuaca adalah kajian ilmu pengetahuan bidang peristiwa-peristiwa cuaca dalam jangka waktu tertentu dan dalam ruang yang terbatas. Sedangkan *Klimatologi* adalah bidang ilmu pengetahuan yang mengkaji mengenai gejala-gejala cuaca dimana gejala-gejala cuaca tersebut mempunyai sifat yang umum dalam jangka waktu tertentu dan daerah yang luas di atmosfer permukaan bumi. *Meteorologi* dan *Klimatologi* terkadang juga membahas mengenai unsur-unsur gejala cuaca, seperti: suhu udara, tekanan udara, kecepatan angin, kelembaban udara, awan dan hujan baik sifatnya maupun pengaruhnya dalam kehidupan (Rafi'i, 1995).

Iklim akan memperngaruhi berbagai aspek kehidupan manusia dan semua organisme yang ada di bumi sehingga pengetahuan tentang iklim sangat dibutuhkan. Iklim akan menjadi bahan pertimbangan dalam rancang bangun dalam kehidupan sosial budaya yang dilakukan manusia. Iklim juga mempengaruhi jenis tanaman yang sesuai untuk dibudidayakan pada suatu daerah dan aktivitas pertanian lainnya. Beberapa aktivitas manusia juga akan mempengaruhi unsur-unsur iklim, misalnya kegiatan industri dan perkembangan kawasan perkotaan (Lakitan, 2002).

#### 2.2 Suhu Udara

Suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu. Suhu berhubungan dengan panas dan energi, jika panas dialirkan pada suatu benda maka suhu benda tersebut akan meningkat. Suhu juga dapat diartikan sebagai ukuran pergerakan tenaga kinetik individu molekul yang terdapat pada suatu unsur (Ahmad, 2006). Suhu dapat diukur menggunakan alat yang disebut termometer. Satuan suhu yang biasa digunakan adalah derajat celcius ( $^{\circ}\text{C}$ )

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Suhu udara berhubungan dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer sebaliknya suhu udara tidak berhubungan langsung dengan rasa yang diterima oleh indera manusia (Lakitan, 2002). Suhu udara berubah sesuai dengan tempat dan waktu tertentu. Umumnya suhu udara maksimum terjadi antara pukul 12.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB sedangkan suhu udara minimum terjadi pada pukul 06.00 WIB atau sekitar matahari terbit.

Data suhu udara berasal dari beberapa jenis diantaranya sebagai berikut:

1. Suhu udara rata-rata harian, diperoleh dengan menjumlahkan suhu udara maksimum dan suhu udara minimum hari tersebut lalu dibagi dengan 2.
2. Suhu udara rata-rata bulanan, diperoleh dengan menjumlahkan rata-rata suhu harian lalu dibagi 30.
3. Suhu udara rata-rata tahunan, diperoleh dengan menjumlah rata-rata suhu bulanan lalu dibagi 12.
4. Suhu udara normal, yaitu nilai rata-rata suhu udara yang diambil dalam waktu 30 tahun.

Menurut Rafi'i (1995) keadaan suhu disuatu tempat bergantung pada hal-hal berikut ini:

1. Durasi energi matahari yang diterima atmosfer.
2. Pelenyapan energi dalam atmosfer oleh pemantulan, pemencaran dan penyerapan.
3. *Albedo* di permukaan tanah.
4. Sifat fisik permukaan tanah.
5. Himpunan panas permukaan (*radiasi atmosferik terestrik*).
6. Adanya pertukaran panas.
7. Adanya masukan udara panas atau dingin dari arus udara.
8. Adanya pengangkutan panas ke atas atau ke bawah.

Sedangkan menurut Atmaja (2009) yang dikutip oleh Negara (2015) suhu udara di permukaan bumi dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut:

1. Jumlah radiasi matahari yang diterima bumi.
2. Pengaruh daratan atau lautan.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 3. Pengaruh dari panas laten.
- 4. Pengaruh perbedaan ketinggian tempat.
- 5. Pengaruh angin secara tidak langsung.
- 6. Pengaruh tipe atau jenis tanah dipermukaan bumi
- 7. Pengaruh dari sudut datang sinar matahari.

Berdasarkan kedua pendapat tersebut maka dapat disimpulkan bahwa radiasi matahari, kecepatan angin dan curah hujan dapat mempengaruhi suhu udara dipermukaan bumi.

**2.3 Radiasi Matahari**

Radiasi merupakan salah satu dari 3 gejala alam tentang penerusan panas di bumi yaitu konduksi, konveksi dan radiasi (Byers,1959 dikutip oleh Rafi'i, 1995). Konduksi terjadi jika ada penghubung benda, konveksi terjadi jika dalam perambatan panas benda pengantarnya ikut bergerak sedangkan radiasi adalah proses penerusan energi matahari melalui bahan transparansi yang disebut udara. Radiasi sinar matahari pada umumnya memiliki gelombang pendek sedangkan dari bumi dipancarkan dengan gelombang panjang, bagian radiasi matahari yang sampai pada permukaan bumi disebut insolasi (Kartasapoetra, 2004).

Tetapan radiasi matahari didefinisikan sebagai berikut: “Jumlah *flux* atau aliran radiasi matahari yang diterima atmosfer yang tegak lurus pada suatu bidang seluas 1 cm<sup>2</sup> dalam 1 menit”. Tetapan ini ditentukan oleh Jonson. Stefan Boltzman merumuskan hukum radiasi sebagai berikut:

$$F = \sigma T^4 \tag{2.1}$$

dimana,

- $F$  : *flux* radiasi (ly min<sup>-1</sup>),
- $\sigma$  : tetapan Stefan Boltzman,
- $T$  : temperatur dalam °K.



## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.4 Kecepatan Angin

Angin adalah pergerakan masa udara dari suatu tempat ke tempat lain secara horizontal. Gerakan angin berasal dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Angin diberi nama sesuai dengan arah datang angin tersebut, misalnya angin barat adalah angin yang berasal dari barat. Angin mempunyai arah dan kecepatan. Kecepatan angin sering menimbulkan berbagai kerusakan seperti daun dan ranting bergerak-gerak, dahan besar bergerak, pohon-pohon dapat tumbang dan lain sebagainya (Katrasapoetra, 2004).

Kecepatan angin merupakan salah satu indikator dalam mengukur cuaca di suatu tempat. Kecepatan angin juga dapat diartikan sebagai kecepatan udara bergerak horizontal pada ketinggian tertentu. Perbedaan tekanan udara antara asal dan tujuan angin merupakan faktor yang menentukan kecepatan angin. Kecepatan angin ditunjukkan oleh kecuraman beda tekanan. Jika beda tekanan besar maka angin menjadi kencang. Sebaliknya, jika beda tekanan kecil maka angin juga melemah (Tjasjono, 2000).

Kecepatan angin biasanya diukur dalam satuan *knop* (mm laut per jam) atau dinyatakan dalam satuan meter per detik dengan menggunakan alat yang disebut *anemometer*. Menurut Lakitan (2002) hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis anemometer adalah :

1. Kisaran kecepatan angin (*range of wind speed*) yang dapat dideteksi. Beberapa anemometer mekanis hanya dapat bekerja jika kecepatan angin melampaui batas minimalnya (*starting threshold wind speed*).
2. Kelinier tanggapan (*linearity of response*) pada kisaran kecepatan angin yang diukur.
3. Kecepatan tanggapan (*speed of response*). Kecepatan tanggapan ini biasanya diukur berdasarkan waktu yang dibutuhkan bagi anemometer untuk mulai melakukan pengukuran.
4. Ukuran alat (*size of the instrument*). Ukuran ini penting diselaraskan dengan jenis angin yang akan diukur atau ruang tempat pengukuran.



#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Misalnya untuk mengukur kecepatan angin dalam sistem tajuk tanaman dibutuhkan anemometer yang kecil.

5. Kesesuaian alat dengan arah angin yang akan diukur kecepatannya karena arah angin dapat berubah-ubah, tidak hanya datang dari satu arah.

## 2.5 Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu dari bentuk endapan (*presipitasi*). Bentuk lain dari endapan adalah gerimis dan salju. Endapan didefinisikan sebagai bentuk cair (air) dan padat (es) yang jatuh ke permukaan bumi. Meskipun kabut, embun dan embun beku dapat berperan dalam alih kebasahan dari atmosfer ke permukaan bumi namun unsur tersebut tidak ditinjau sebagai endapan. Di Indonesia yang dimaksud dengan endapan adalah curah hujan. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (Handoko, 1993 dikutip oleh Herlinda, 2013).

Curah hujan merupakan unsur yang sangat penting bagi kehidupan manusia di muka bumi. Tinggi dan rendahnya curah hujan sangat mempengaruhi iklim yang ada dipermukaan bumi. Curah hujan dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut ombrometer. Satuan curah hujan dinyatakan dalam inci (milimeter). Jumlah curah hujan 1 mm menunjukkan tinggi air hujan yang menutupi permukaan 1 meter jika air tersebut tidak meresap ke dalam tanah dan menguap di atmosfer.

Pola curah hujan untuk wilayah Indonesia dipengaruhi oleh keberadaan Samudera Pasifik disebelah timur laut dan Samudera Indonesia disebelah barat daya. Hal ini disebabkan proses evaporasi dari permukaan kedua samudera pada siang hari secara langsung meningkatkan kelembaban udara di atasnya. Kedua samudera ini merupakan sumber udara lembab yang akan mendatangkan hujan bagi wilayah Indonesia. Secara umum, wilayah Indonesia disekitar garis ekuator memiliki musim kemarau yang singkat dan musim hujan yang panjang. Sedangkan untuk wilayah Indonesia yang jauh dari garis ekuator akan merasakan musim kemarau yang lebih panjang (Lakitan, 2002).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

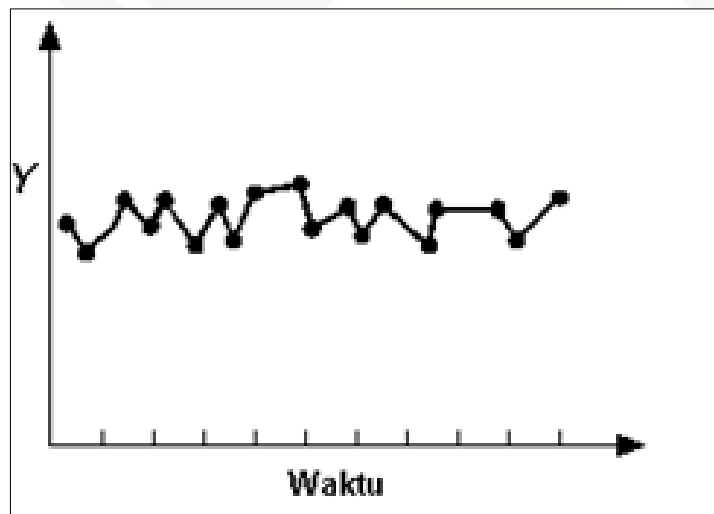
## 2.6 Analisis Runtun Waktu (*Time Series*)

Data runtun waktu adalah sekumpulan data kuantitatif mengenai nilai-nilai suatu variabel yang tersusun secara beruntun dalam rentang waktu tertentu (Hanke dan Wichern, 2005 dikutip oleh Hadiyatullah, 2011). Data runtun waktu dikategorikan menurut interval waktu yang sama, baik dalam harian, mingguan, bulanan, kuartalan, maupun tahunan. Contoh data runtun waktu adalah data curah hujan setiap hari, data penjualan setiap bulan, maupun data pembayaran tagihan setiap tahun.

Pola data dalam analisis runtun waktu (*time series*) dibedakan menjadi 4 jenis yaitu sebagai berikut:

### 1. Pola Horizontal

Pola ini disebut dengan pola data yang stasioner, terjadi jika data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata dan varian yang konstan. Contoh grafiknya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



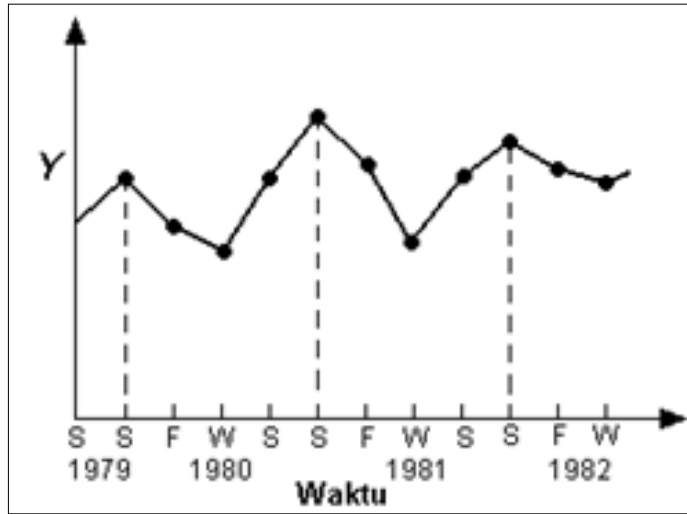
Gambar 2.1 Pola Data Horizontal

### 2. Pola Musiman

Pola musiman terjadi jika suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman, misalnya: kuartal tahunan, bulanan atau hari-hari pada minggu tertentu. Contoh grafiknya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

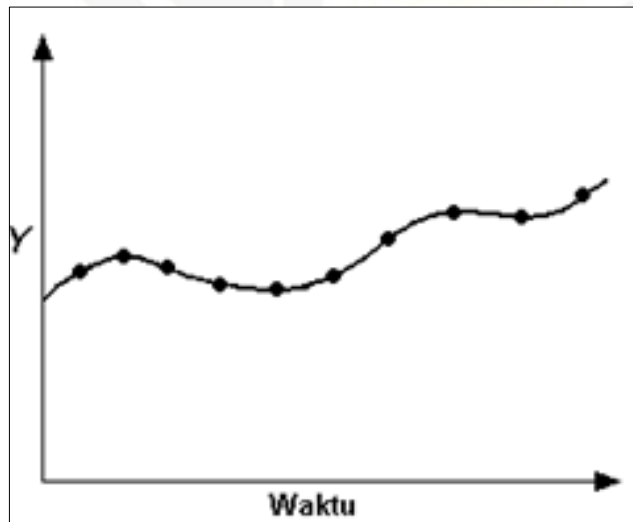
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Pola Data Musiman

3. Pola Siklis

Pola siklik terjadi bila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contoh grafiknya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



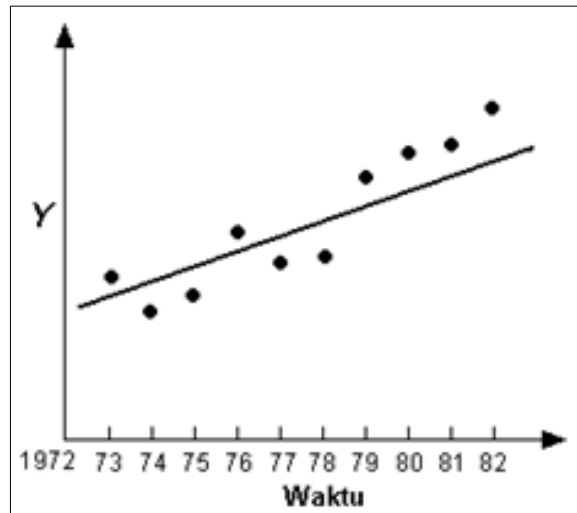
Gambar 2.3 Pola Data Siklis

4. Pola Trend

Pola *trend* terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contoh grafiknya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Gambar 2.4 Pola Data Trend**

Menurut Rosadi (2006) salah satu klasifikasi dari model runtun waktu adalah sebagai berikut:

1. Model *univariat*, yaitu model runtun waktu yang hanya mengamati satu variabel runtun waktu. Contoh model *univariate* adalah: model *Moving Average*, model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan model lainnya.
2. Model *multivariate*, yaitu model runtun waktu yang mengamati lebih dari satu variabel runtun waktu. Contoh model *multivariate* adalah: model *Vector Autoregressive* (VAR), model *State-Space*, model *Space-Time*, model *multivariate ARCH/GARCH*, dan model lainnya.

### 2.7 *Vector Autoregressive* (VAR)

*Vector Autoregressive* (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 (Ajija dkk, 2011) :



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

dimana,

$Y_t$  : vektor variabel dependen berukuran  $n \times n$  yang berisi  $n$  peubah yang masuk pada model VAR pada waktu  $t$  dan  $t - i, i = 1, 2, 3, \dots, p$ ,

$A_0$  : vektor intersep berukuran  $n \times 1$ ,

$A_i$  : matriks koefisien parameter berukuran  $n \times n$  untuk setiap  $i = 1, 2, 3, \dots, p$

$\varepsilon_t$  : vektor residual berukuran  $n \times 1$ ,

$t$  : waktu pengamatan,

$p$  : panjang lag

Model *Vector Autoregressive* (VAR) dengan dua variabel dan 1 lag adalah:

VAR(1):

$$Y_t = \alpha_{10} + \alpha_{11} Y_{t-1} + \alpha_{12} X_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (2.3)$$

$$X_t = \alpha_{20} + \alpha_{21} Y_{t-1} + \alpha_{22} X_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (2.4)$$

Menurut Ajija (2011) ciri-ciri dari model *Vector Autoregressive* (VAR) adalah sebagai berikut:

1. Model *Vector Autoregressive* (VAR) merupakan model yang bersifat ateori, artinya model dibentuk tanpa berlandaskan teori.
2. Semua variabel dilakukan secara endogen, artinya tidak dibedakan variabel dependen dan variabel independen.
3. Perangkat estimasi yang digunakan adalah fungsi *Impulse Response Function* (IRF) dan *Variance Decomposition*.
4. *Impulse Response Function* (IRF) digunakan untuk melacak respons saat ini dan masa depan setiap variabel akibat shock suatu variabel tertentu.
5. *Variance Decomposition* memberikan informasi mengenai presentase kontribusi varians setiap variabel terhadap perubahan suatu variabel tertentu.

Kelebihan model *Vector Autoregressive* (VAR) adalah metode ini bersifat sederhana tanpa harus membedakan variabel endogen ( $Y$ ) dan variabel eksogen ( $X$ ), metode estimasi yang digunakan juga bersifat sederhana yaitu dengan metode

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

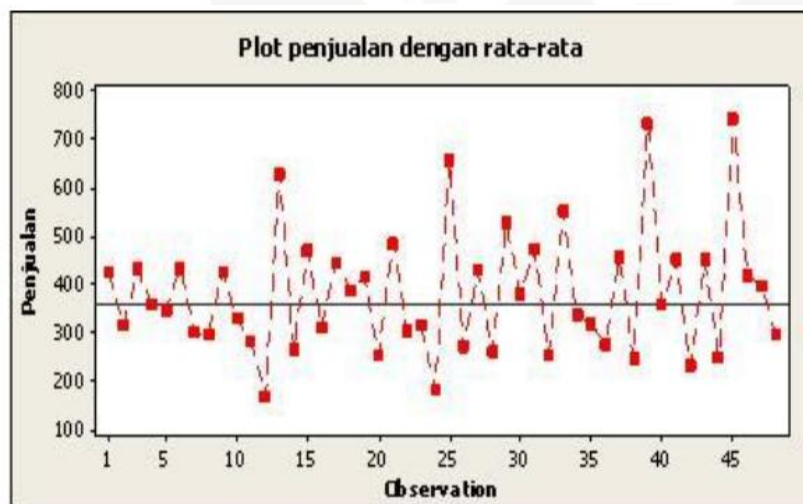
kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square*) yang dapat diaplikasikan pada setiap persamaan.

### 2.8 Pemeriksaan Stasioneritas Data

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis runtun waktu adalah data harus stasioner. Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang signifikan pada data, dimana nilai rata-rata, variansi dan fungsi kovariansi bersifat tetap dan tidak berubah dengan pergeseran waktu. Fluktuasi data berada disekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut (Makridakis, 1999 dikutip oleh Hadiyatullah, 2011). Uji kestasioneran data dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya yaitu :

1. *Plot Time Series*

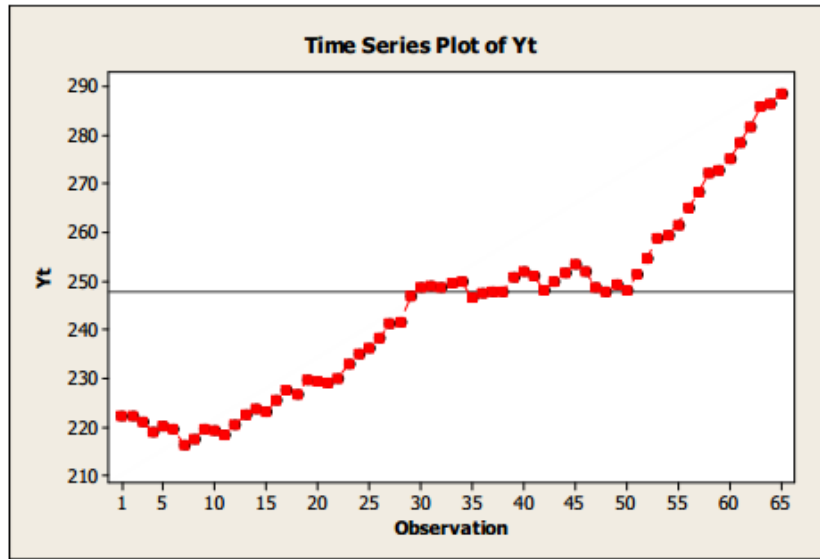
Untuk mengetahui kestasioneran data harus dilakukan plot time series. Jika rata-rata dan varian didapat konstan sepanjang waktu maka dapat dikatakan data cenderung stasioner. Berikut ini merupakan contoh plot data runtun waktu yang stasioner dalam rata-rata dan tidak stasioner dalam rata-rata.



Gambar 2.5 Plot Data Stasioner dalam Rata-Rata

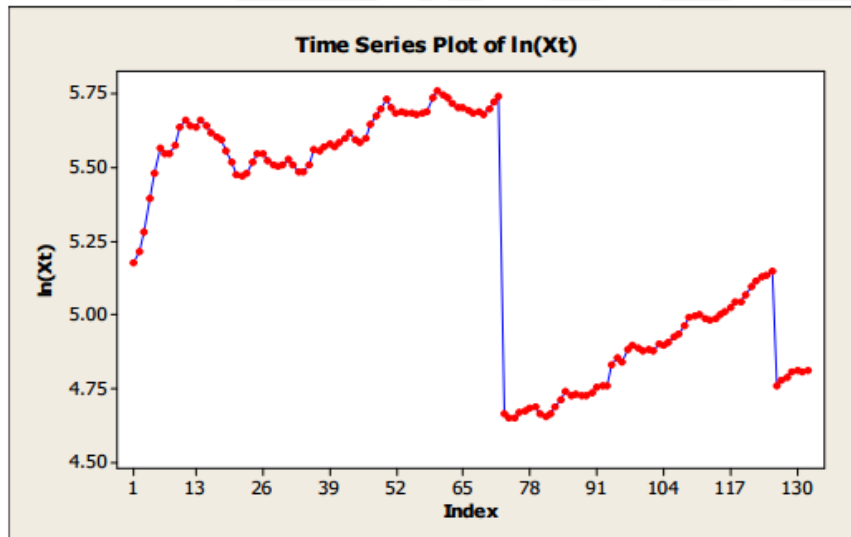
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



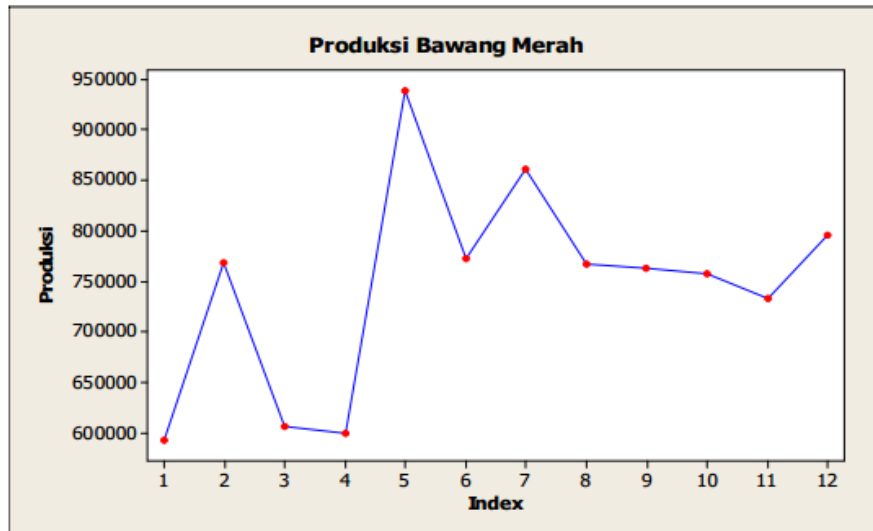
**Gambar 2.6 Plot Data Tidak Stasioner dalam Rata-rata**

Data runtun waktu dikatakan stasioner dalam varians jika fluktuasi datanya tetap atau konstan. Sebaliknya jika data runtun waktu menunjukkan bahwa terdapat variasi fluktuasi data pada grafik maka data termasuk dalam runtun waktu yang tidak stasioner berdasarkan varians. Berikut ini merupakan contoh plot data runtun waktu yang stasioner dalam varians dan tidak stasioner dalam varians.



**Gambar 2.7 Plot Data Stasioner dalam Varians**

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Gambar 2.8 Plot Data Tidak Stasioner dalam Varians**

## 2. Plot ACF dan PACF

Autokorelasi merupakan korelasi atau hubungan antar data pengamatan suatu data runtun waktu. Konsep *Autocorrellation Function* (ACF) berkaitan dengan analisis runtun waktu. *Autocorrellation Function* (ACF) menunjukkan bagaimana realisasi suatu variabel pada waktu  $t$  berhubungan dengan realisasi variabel dimaksud pada suatu titik di masa lalu (Ariefianto, 2012). *Autocorrellation Function* (ACF) menjelaskan seberapa besar korelasi data yang berurutan dalam runtun waktu. Autokorelasi pada lag  $k$  didefinisikan sebagai berikut (Bowerman et all, 2005):

$$r_k = \frac{\sum_{t=b}^{n-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{\sum_{t=b}^n (z_t - \bar{z})^2} \quad (2.5)$$

dengan,

$$\bar{z} = \frac{\sum_{t=b}^n (z_t)}{(n-b+1)} \quad (2.6)$$

dimana,

$r_k$  : koefisien autokorelasi lag ke  $k$ , dimana  $k = 0, 1, 2, \dots, k$ ,

$n$  : jumlah data,

$z_t$  : nilai  $z$  ordo ke  $t$ ,

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diararang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$b$  : ordo *differencing*,  
 $\bar{z}$  : nilai rata-rata.

Standar *error* bagi  $r_k$  adalah sebagai berikut:

$$S_{rk} = \frac{(1+2\sum_{j=1}^{k-1} r_j^2)^{1/2}}{(n-b+1)^{1/2}} \tag{2.7}$$

dan statistik  $t_{rk}$  adalah sebagai berikut:

$$t_{rk} = \frac{r_k}{S_{rk}}$$

Nilai  $r_k$  berkaitan dengan hubungan *linear* antara data *time series* yang dipisahkan oleh lag  $k$  satuan waktu. Hal ini berakibat nilai  $r_k$  akan berada antara nilai  $-1$  dan  $1$ . Nilai  $r_k$  yang mendekati  $1$  menunjukkan kecenderungan yang kuat untuk bergerak bersama-sama dalam bentuk *linear* dengan nilai positif, sedangkan nilai  $r_k$  yang mendekati  $-1$  menunjukkan kecenderungan yang kuat untuk bergerak bersama-sama dalam bentuk *linear* dengan nilai negatif.

*Partial Autocorrelation Function* (PACF) yaitu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi parsial antara pengamatan pada waktu ke  $t$  dengan pengamatan-pengamatan pada waktu-waktu sebelumnya. Autokorelasi parsial sampel pada lag  $k$ , didefinisikan sebagai berikut:

$$r_{kk} = \begin{cases} r_1 & k = 1 \\ \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_j} & k = 2, 3, \dots \end{cases} \tag{2.8}$$

dengan,

$$r_{kj} = r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,k-j} \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k-1$$

Standar *error* bagi  $r_{kk}$  adalah sebagai berikut:

$$S_{rkk} = \frac{1}{(n-b+1)^{1/2}} \tag{2.9}$$

dan statistik  $t_{rkk}$  adalah sebagai berikut:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$t_{rkk} = \frac{r_{kk}}{s_{rkk}} \quad (2.10)$$

### 3. Uji Unit Root

Selain dengan melihat plot *time series* dan plot ACF dan PCF, stasioneritas data juga dapat diketahui dengan melakukan uji unit *root*. Dalam uji unit *root* ini terdapat beberapa uji statistik dan yang biasa digunakan adalah uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips Perron* (PP), *Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin* (KPSS) (Desvina, 2014).

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

Menurut Ajija (2011) persamaan dari uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) adalah:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^p \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

dimana,

$Y_t$  : bentuk dari *first difference*,

$\Delta Y_t$  : selisih antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t-1}$ ,

$\alpha_0$  : intersep,

$\gamma, \beta$  : parameter,

$p$  : panjang *lag*,

$\varepsilon$  : nilai residual.

Hipotesis dalam melakukan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) adalah:

$H_0$  : Data tidak stasioner (terdapat unit *root*).

$H_1$  : Data stasioner (tidak terdapat unit *root*).

Kriteria pengambilan keputusan adalah dengan membandingkan nilai statistik  $t$  dengan nilai kritik yang dihitung oleh Mackinnon. Jika nilai mutlak statistik- $t$  ADF lebih besar dari nilai mutlak MacKinnon maka tolak  $H_0$ . Dapat juga dengan membandingkan  $p$ -value dengan  $\alpha$ , tolak  $H_0$  jika  $p$ -value  $< \alpha$  yang artinya data stasioner (tidak terdapat unit *root*) dan sebaliknya.

#### b. Uji *Phillips Perron* (PP)

Persamaan dari uji *Phillips Perron* (PP) adalah:

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dimana,

$Y_t$  : variabel yang diamati,

$a_0, \gamma$  : parameter,

$\Delta Y_t$  : selisih antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t-1}$ ,

$\varepsilon$  : nilai residual.

Hipotesis dalam melakukan uji *Phillips Perron* (PP) adalah:

$H_0$  : Data tidak stasioner (terdapat unit *root*).

$H_1$  : Data stasioner (tidak terdapat unit *root*).

Kriteria pengambilan keputusan adalah dengan membandingkan *p-value* dengan  $\alpha$ , tolak  $H_0$  jika *p-value* <  $\alpha$  yang artinya data stasioner (tidak terdapat unit *root*) dan sebaliknya.

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

Persamaan dari uji *Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin* (KPSS) adalah:

$$Y_t = a_0' + \varepsilon_t' \quad (2.13)$$

dimana,

$Y_t$  : variabel yang diamati,

$a_0$  : parameter,

$\varepsilon$  : nilai residual.

Kriteria pengambilan keputusan adalah dengan membandingkan *p-value* dengan  $\alpha$ , tolak  $H_0$  jika *p-value* >  $\alpha$  yang artinya data stasioner (tidak terdapat unit *root*) dan sebaliknya.

## 2.9 Pemeriksaan Lag Optimal

*Lag Vector Autoregressive* (VAR) digunakan untuk menentukan panjang *lag* optimal yang akan digunakan dalam menentukan estimasi parameter untuk model VAR. *Lag* VAR dapat ditentukan dengan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC), *Schwarz Information Criterion* (SIC) dan *Hannan-Quinn Information Criterion* (HQ). Menurut Ajija (2011) kriteria jumlah *lag* optimal yang digunakan dalam uji stasioneritas adalah sebagai berikut:

$$\text{Akaike Information Criterion (AIC)} : -2 \left( \frac{1}{T} \right) + 2(k + T) \quad (2.14)$$



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\text{Schwarz Information Criterion (SIC)} : -2 \left( \frac{1}{T} \right) + k \frac{\log(T)}{T} \tag{2.15}$$

$$\text{Hannan-Quinn Information Criterion (HQ)} : -2 \left( \frac{1}{T} \right) + 2k \frac{\log(T)}{T} \tag{2.16}$$

dimana,

1 : nilai fungsi *log likelihood* yang sama jumlahnya dengan  $-\frac{T}{2} \left( 1 + \log(2\pi) + \log \left( \frac{\varepsilon'' \varepsilon'}{T} \right) \right)$ ,  $\varepsilon'' \varepsilon'$  merupakan *sum of squared residual*,

T : jumlah observasi,

k : panjang *lag*.

### 2.10 Uji Kausalitas

Uji kausalitas dilakukan untuk melihat hubungan sebab akibat antar variabel dalam model *Vector Autoregressive* (VAR). Hubungan sebab akibat ini bisa diuji menggunakan uji kausalitas Granger (Widarjono, 2007 dikutip oleh Hadiyatullah, 2011) Model persamaan untuk kausalitas Granger adalah sebagai berikut:

1. Persamaan *unrestricted*, dimana variabel bebas yang disertakan dalam model adalah nilai lag variabel X dan Y.

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \tag{2.17}$$

dimana,

$Y_t$  : nilai variabel Y pada waktu ke- $t$ ,

$p$  : panjang *lag*,

$\alpha_i, \beta_i$  : koefisien parameter variabel Y dan X,

$\varepsilon_{1t}$  : nilai residual.

2. Persamaan *restricted*, dimana variabel bebas yang disertakan dalam model hanya nilai lag dari variabel Y.

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \tag{2.18}$$

dimana,

$Y_t$  : nilai variabel Y pada waktu ke- $t$ ,

$Y_{t-i}$  : nilai variabel Y pada lag ke- $i$ , dimana  $t$  lebih besar dari  $i$ ,



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- $p$  : panjang *lag*,  
 $\gamma_i$  : koefisien parameter variabel  $Y$ ,  
 $\varepsilon_{1t}$  : nilai residual.

Pendeteksian ada atau tidaknya kausalitas diuji melalui uji F. Rumus untuk nilai  $F_{hitung}$  adalah sebagai berikut:

$$F = (n - k) \frac{RSS_R - RSS_{UR}}{p(RSS_{UR})} \quad (2.19)$$

dimana,

$RSS_R$  : nilai jumlah kuadrat residual dalam persamaan *restricted*,

$RSS_{UR}$  : nilai jumlah kuadrat residual dalam persamaan *unrestricted*,

$n$  : banyak observasi.

$p$  : panjang *lag*,

$k$  : banyak parameter yang diestimasi di dalam persamaan *unrestricted*.

Hipotesis dalam melakukan uji kausalitas *Granger* adalah:

$H_0$  :  $\sum \beta_i = 0$  ( $X$  tidak mempengaruhi  $Y$ ).

$H_1$  :  $\sum \beta_i \neq 0$  ( $X$  mempengaruhi  $Y$ ).

Kriteria pengambilan keputusan adalah tolak  $H_0$  jika nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  (Ajija, dkk, 2011). Dari uji kausalitas ini dapat diketahui variabel-variabel mana yang memiliki hubungan kausalitas, variabel mana yang terjadi sebelum variabel lainnya terjadi atau variabel mana yang bertindak sebagai *leading indicator* (indikator yang dapat mempengaruhi perubahan nilai variabel lain) dan bagaimana arah hubungan diantara variabel-variabel tersebut.

## 2.11 Estimasi Parameter

Estimasi parameter model *Vector Autoregressive* (VAR) dapat dilakukan dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Konsep dasar metode ini adalah meminimumkan jumlah kuadrat *error* dari turunan fungsi terhadap parameter-parameter model tersebut.

Persamaan linier berganda adalah sebagai berikut:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + e_i; n = 1, 2, 3, \dots, i \quad (2.20)$$

dengan persamaan kuadrat *error*nya adalah sebagai berikut:

$$J = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.21)$$

Persamaan linier berganda untuk data *times series* yaitu:

$$\hat{Y}_t = \alpha_{10} + \alpha_{11} Y_{t-1} + \alpha_{12} X_{t-1} + e_t \quad (2.22)$$

dengan persamaan kuadrat *error*nya adalah sebagai berikut:

$$J = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.23)$$

dengan mensubstitusi Persamaan (2.22) ke Persamaan (2.23) diperoleh jumlah kuadrat *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} J &= \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - (\alpha_{10} + \alpha_{11} Y_{t-1} + \alpha_{12} X_{t-1}))^2 \\ &= \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11} Y_{t-1} - \alpha_{12} X_{t-1})^2 \end{aligned} \quad (2.24)$$

Langkah-langkah untuk mendapatkan  $\alpha_{10}, \alpha_{11}, \alpha_{12}$  adalah sebagai berikut:

1. Menentukan fungsi-fungsi turunan pertama parsial dari  $J$  terhadap masing-masing nilai  $\alpha_{10}, \alpha_{11}, \alpha_{12}$  sehingga diperoleh:

Turunan pertama  $J$  terhadap  $\alpha_{10}$  menjadi:

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha_{10}} = -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11} Y_{t-1} - \alpha_{12} X_{t-1}) = 0$$

Turunan pertama  $J$  terhadap  $\alpha_{11}$  menjadi:

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha_{11}} = -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11} Y_{t-1} - \alpha_{12} X_{t-1}) (Y_{t-1}) = 0$$

Turunan pertama  $J$  terhadap  $\alpha_{12}$  menjadi:

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha_{12}} = -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_{10} - \alpha_{11} Y_{t-1} - \alpha_{12} X_{t-1}) (X_{t-1}) = 0$$

2. Menyederhanakan hasil turunan parsial tersebut lalu mengganti koefisien dengan penaksirannya, diperoleh:

$$\sum_{t=1}^n Y_t = n\alpha_{10} + \alpha_{11} \sum_{t=1}^n Y_{t-1} + \alpha_{12} \sum_{t=1}^n X_{t-1}$$

$$\sum_{t=1}^n Y_t Y_{t-1} = \alpha_{10} \sum_{t=1}^n Y_{t-1} + \alpha_{11} \sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2 + \alpha_{12} \sum_{t=1}^n Y_{t-1} X_{t-1}$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\sum_{t=1}^n Y_t X_{t-1} = \alpha_{10} \sum_{t=1}^n X_{t-1} + \alpha_{11} \sum_{t=1}^n Y_{t-1} X_{t-1} + \alpha_{12} \sum_{t=1}^n X_{t-1}^2$$

3. Untuk mempermudah perhitungan, persamaan tersebut dapat dirubah kedalam bentuk matrik, sehingga bentuknya menjadi:

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

Misalkan,

$$A = \begin{bmatrix} n & \sum_{t=1}^n Y_{t-1} & \sum_{t=1}^n X_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n Y_{t-1} & \sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2 & \sum_{t=1}^n Y_{t-1} X_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n X_{t-1} & \sum_{t=1}^n Y_{t-1} X_{t-1} & \sum_{t=1}^n X_{t-1}^2 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{11} \\ \alpha_{12} \end{bmatrix}$$

$$J = \begin{bmatrix} \sum_{t=1}^n Y_t \\ \sum_{t=1}^n Y_t Y_{t-1} \\ \sum_{t=1}^n Y_t X_{t-1} \end{bmatrix}$$

Sehingga dapat dibentuk menjadi:

$$Ab = J \tag{2.25}$$

4. Menentukan matrik  $b$  yaitu dengan menentukan  $A^{-1}$  terlebih dahulu untuk mempermudah, pada Persamaan (2.25) kedua ruas sama-sama dikalikan dengan  $A^{-1}$  sehingga:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$A^{-1}Ab = A^{-1}J$$

$$Ib = A^{-1}J \text{ dengan catatan: } A^{-1}A = I$$

$$\text{sehingga, } b = A^{-1}J \quad (2.26)$$

5. Setelah matrik  $b$  diperoleh maka nilai  $\alpha_{10}, \alpha_{11}, \alpha_{12}$  sudah diketahui sehingga dapat dibuat sebuah model *Vector Autoregressive* (VAR).

## 2.12 Uji Kelayakan Model

Setelah estimasi parameter model dilakukan maka akan terbentuk suatu model *Vector Autoregressive* (VAR). Sebelum model tersebut digunakan untuk peramalan terlebih dahulu harus dilakukan verifikasi untuk memeriksa apakah model tersebut telah mewakili data yang ada atau tidak. Jika diperoleh model mewakili data yang ada maka model tersebut layak digunakan untuk peramalan di masa yang akan datang.

Uji kelayakan model dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Portmanteau* dengan melihat independensi *residual* dan uji *Jarque Berra* dengan melihat kenormalan *residual*.

### 1. Uji *Portmanteau*

Uji ini dilakukan untuk mendeteksi independensi *residual*. Dimana dalam analisis runtun waktu (*time series*) terdapat asumsi bahwa *residual* harus mengikuti proses *white noise* yang berarti *residual* harus independen (tidak berkorelasi). Jika asumsi tersebut terpenuhi maka model layak digunakan untuk peramalan. Adapun rumus untuk uji *Portmanteau* adalah sebagai berikut:

$$Q = n \sum_{k=1}^m r_k^2 \quad (2.27)$$

dimana,

- $Q$  : statistik  $Q$ ,
- $r_k$  : *residual* autokorelasi,
- $k$  : lag VAR ( $k = 1, 2, \dots, m$ ),
- $n$  : banyak parameter VAR.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hipotesis dalam uji *Portmanteau* adalah sebagai berikut:

$$H_0 : r_1 = r_2 = \dots = r_k = 0 \text{ (tidak terdapat autokorelasi pada error)}$$

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

karena statistik  $Q$  mengikuti sebaran *Chi – Square* dengan derajat kebebasan  $n^2k$  maka kriteria pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan nilai  $Q$  dengan nilai *Chi – Square*, tolak  $H_0$  jika nilai  $Q > \text{Chi – Square}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  dan sebaliknya.

2. Uji *Jarque-Bera*

Uji ini dilakukan untuk melihat kenormalan *residual*. Uji kenormalan *residual* dilakukan dengan melihat histogram *residual* yang dihasilkan oleh model. Jika asumsi kenormalan *residual* terpenuhi maka model layak digunakan dalam peramalan. Adapun rumus untuk uji kenormalan *residual Jarque-Bera* adalah sebagai berikut:

$$JB = \frac{n}{6} \left( S_k^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right) \quad (2.28)$$

dengan,

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^2} \quad (2.29)$$

$$S_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{3/2}} \quad (2.30)$$

dimana,

- $n$  : banyaknya observasi,
- $S_k$  : estimasi dari *skewnees*,
- $K$  : estimasi *kurtosis*.

Hipotesis dalam uji *Jarque-Bera* adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \text{Residual berdistribusi normal.}$$

$$H_1 : \text{Residual tidak berdistribusi normal.}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

karena statistik *Jarque-Bera* mengikuti sebaran *Chi – Square* dengan derajat kebebasan 2 maka kriteria pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan nilai *Jarque-Bera* dengan nilai *Chi – Square*, tolak  $H_0$  jika nilai  $Q > Chi – Square$  atau  $p – value < \alpha$  dan sebaliknya.

**2.13 Peramalan**

Peramalan adalah suatu proses untuk memperkirakan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang. Peramalan merupakan bagian penting dalam pengambilan keputusan. Alat atau teknik untuk meramalkan suatu nilai pada masa yang akan datang adalah dengan memperhatikan data atau informasi yang relevan baik data atau informasi masa lalu maupun data saat ini. Peramalan dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Peramalan jangka pendek, adalah peramalan yang dilakukan dalam waktu yang singkat, mulai dari satu hari sampai satu musim dalam satu tahun.
2. Peramalan jangka menengah, adalah peramalan yang dilakukan dalam satu musiman (triwulan, kuartalan) sampai dua tahun.
3. Peramalan jangka panjang, adalah peramalan yang dilakukan dalam waktu minimal 5 tahun.

Setelah melewati semua tahap dalam pembentukan model maka diperoleh suatu model *Vector Autoregressive* (VAR). Langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan. Model *Vector Autoregressive* (VAR) yang terbentuk dari data digunakan untuk melakukan peramalan yang meliputi pembentukan data *training*, data *testing* dan peramalan. Adapun tahapnya adalah sebagai berikut:

1. *Training*

Peramalan dengan menggunakan data *training* adalah peramalan dengan menggunakan unsur data aktual.

$$\begin{bmatrix} Y_2 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ X_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \tag{2.31}$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. *Testing*

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_t \\ \hat{X}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{Y}_{t-1} \\ \hat{X}_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{\epsilon}_{1t} \\ \hat{\epsilon}_{2t} \end{bmatrix} \quad (2.32)$$

dimana  $\hat{Y}_{t-1}$  dan  $\hat{X}_{t-1}$  adalah data terakhir hasil peramalan pada data *training*.

3. Peramalan untuk waktu yang akan datang

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_t \\ \hat{X}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{Y}_{t-1} \\ \hat{X}_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{\epsilon}_{1t} \\ \hat{\epsilon}_{2t} \end{bmatrix} \quad (2.33)$$

dimana  $\hat{Y}_{t-1}$  dan  $\hat{X}_{t-1}$  adalah data terakhir hasil peramalan pada data *testing*.

**2.14 Uji Kebaikan Model  $R^2$**

Nilai  $R^2$  adalah suatu nilai untuk mengukur besarnya pengaruh dari beberapa variabel eksogen terhadap variabel endogen. Dalam suatu model peramalan nilai  $R^2$  sering diartikan sebagai kemampuan semua variabel eksogen dalam menjelaskan varians dari variabel endogennya. Nilai  $R^2$  merupakan ukuran yang dapat digunakan untuk mengetahui kuatnya hubungan semua variabel eksogen terhadap variabel endogen dari suatu model peramalan yang dinyatakan dalam persentase setelah dikalikan dengan 100%.

Besar nilai  $R^2$  berkisar antara angka 0 sampai 1. Apabila nilai  $R^2$  mendekati 0, maka semakin kecil pengaruh variabel eksogen terhadap variabel endogen. Jika nilai  $R^2$  mendekati 1, maka berlaku sebaliknya yaitu semakin besar pengaruh variabel eksogen terhadap variabel endogen. Semakin besar nilai  $R^2$ , maka semakin baik model yang digunakan untuk meramalkan variabel endogen. Adapun rumus nilai  $R^2$  adalah sebagai berikut :

$$R^2 = \frac{\sum \left( \hat{y}_t - \bar{y} \right)^2}{\sum \left( y_t - \bar{y} \right)^2} \times 100\% \quad (2.34)$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dimana,

$y_t$  : variabel endogen pada waktu  $t$ ,

$\hat{y}_t$  : nilai penduga variabel endogen pada waktu  $t$ ,

$\bar{y}$  : nilai rata-rata variabel endogen,

Semakin besar nilai  $R^2$ , maka model peramalan akan semakin baik, karena proporsi keragaman yang diterangkan oleh variabel eksogen terhadap variabel endogen akan semakin besar.

