

**PENERAPAN METODE *VECTOR AUTOREGRESSIVE* (VAR) DALAM
MENGANALISIS DATA INFLASI DAN KURS DI KOTA PADANG**

Skripsi

Oleh

LOLA SETIA



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

APPLICATION OF VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR) METHOD IN ANALYZING INFLATION AND EXCHANGE RATE DATA IN PADANG CITY

By

Lola Setia

The Vector Autoregressive (VAR) method is a simple and flexible tool for modeling multivariate time series data. The multivariate time series data used in this study are inflation and exchange rate data in Padang City from January 2018 to December 2023. The analysis shows that there is a causality relationship between inflation and exchange rates. In the Impulse Response Function (IRF) analysis, the effect of exchange rates on inflation is temporary and decreases in the long run, but changes in inflation have a major impact on exchange rates in the short term. Based on the data, the VAR model obtained is the VAR(2) model with a MAPE value of 16,55%.

Keywords: Vector Autoregressive (VAR), Inflation, Exchange rate, Impulse Response Function (IRF).

ABSTRAK

PENERAPAN METODE *VECTOR AUTOREGRESSIVE* (VAR) DALAM MENGANALISIS DATA INFLASI DAN KURS DI KOTA PADANG

Oleh

Lola Setia

Metode *Vector Autoregressive* (VAR) adalah alat yang sederhana dan fleksibel untuk pemodelan data deret waktu multivariat. Data deret waktu multivariat yang digunakan pada penelitian ini adalah data inflasi dan kurs di Kota Padang dari Januari 2018 hingga Desember 2023. Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan kausalitas antara inflasi dan kurs. Dalam analisis *Impulse Response Function* (IRF) pengaruh kurs terhadap inflasi bersifat sementara dan berkurang dalam jangka panjang, tetapi perubahan inflasi berdampak besar pada kurs dalam jangka pendek. Berdasarkan data, diperoleh model VAR yaitu model VAR(2) dengan nilai MAPE sebesar 16,55%.

Kata kunci: *Vector Autoregressive* (VAR), Inflasi, Kurs, *Impulse Response Function* (IRF).

**PENERAPAN METODE *VECTOR AUTOREGRESSIVE* (VAR) DALAM
MENGANALISIS DATA INFLASI DAN KURS DI KOTA PADANG**

Oleh

Lola Setia

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA**

Pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

**: PENERAPAN METODE *VECTOR*
AUTOREGRESSIVE (VAR) DALAM
MENGANALISIS DATA INFLASI DAN KURS
DI KOTA PADANG**

Nama Mahasiswa

: Lola Setia

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2117031031

Jurusan

: Matematika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Nusyirwan, M.Si.
NIP 19661010 199203 1 028

Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.
NIP 19931106 201903 2 018

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Nussyirwan, M.Si.**


.....

Sekretaris : **Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.**


.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Widiarti, S.Si., M.Si.**


.....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **04 Maret 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : **Lola Setia**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031031**
Jurusan : **Matematika**
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**
Judul Skripsi : **PENERAPAN METODE *VECTOR*
AUTOREGRESSIVE (VAR) DALAM
MENGANALISIS DATA INFLASI DAN KURS
DI KOTA PADANG**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 04 Maret 2025

Yang menyatakan



Lola Setia
NPM 2117031031

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Lola Setia yang lahir di Bandar Lampung pada tanggal 20 Maret 2003. Penulis merupakan putri bungsu dari Bapak Fajar (Alm) dan Ibu Jahliyarti.

Penulis mengawali pendidikan Taman Kanak-kanak di TK An-nur pada tahun 2008-2009. Kemudian menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Beringin Raya pada tahun 2009-2015. Melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 14 Bandar Lampung pada tahun 2015-2018 dan melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2018-2021.

Pada tahun 2021, penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu di Jurusan Matematika FMIPA Unila melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam organisasi. Pada tahun 2022 penulis menjadi anggota Biro Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA). Pada tahun 2024 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di Dinas Perhubungan Kota Bandar Lampung, dan pada tahun yang sama penulis juga melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Labuhan Ratu, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(QS. Ar-Ra'd : 11)

“Dan barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan jalan ke surga baginya”

(HR. Muslim)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah : 286)

“Cukuplah Allah menjadi penolong bagi kami dan Dia adalah sebaik baik pelindung”

(Q.S Ali-Imran : 173)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas Rahmat, berkat dan karunianya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan penuh ketulusan hati sebagai rasa cinta dan sayang, penulis persembahkan rasa terimakasih kepada:

Kedua Orang Tuaku

Cinta pertama dan panutanku Bapak Fajar (Alm) dan pintu surgaku Ibunda Jahliyarti, yang selalu menjadi penyemangat sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia, yang tiada henti memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan dukungan material dan mendoakan serta keikhlasannya demi pendidikan putri bungsunya. Terimakasih sudah menjadi orang tua yang sangat amat hebat untukku. Hiduplah lebih lama lagi, Ibu harus selalu ada di setiap perjalanan dan pencapaian hidupku.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan telah membimbing dan memotivasi saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Setiap arahan, ilmu dan dukungan yang diberikan menjadi pijakan berharga dalam perjalanan akademik saya.

Keluarga Besar dan Sahabat Terbaik

Almamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penerapan Metode *Vector Autoregressive* (VAR) dalam Menganalisis Data Inflasi dan Kurs di Kota Padang”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan serta do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan, bantuan, motivasi dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini
2. Ibu Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan serta saran yang membantu kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Akademik serta selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

6. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Fajar (Alm) dan Ibu Jahliyarti yang tidak pernah lelah untuk selalu mendoakan, memberikan dukungan, pengorbanan, cinta dan kasih sayang serta perhatian demi kesuksesan penulis.
8. Sahabat seperjuangan (Salma, Ranara, Mira, Selpi, Dewi, Rhea) yang telah menemani suka dan duka penulis selama proses perkuliahan.
9. Teman-teman seperbimbingan (Arsie, Deri, Najia, Nindi, Rohana, Silvia dan Vara) yang telah kebersamaian berjuang pada saat bimbingan.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, saran dan masukan serta kritik yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat digunakan untuk bahan perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat berguna serta memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bandar Lampung, 04 Maret 2025

Penulis,

Lola Setia

NPM. 2117031031

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Deret Waktu.....	6
2.2 Kestasioneran	6
2.3 Model <i>Autoregressive</i> (AR).....	10
2.4 <i>Vector Autoregressive</i> (VAR).....	10
2.5 Pendugaan Parameter dengan Menggunakan <i>Ordinary Least Square</i> (OLS).....	13
2.6 Penentuan Panjang <i>Lag</i> Optimum.....	18
2.7 Uji Stabilitas	19
2.8 Kausalitas Granger (<i>Causality Granger</i>).....	20
2.9 <i>Impulse Response Function</i> (IRF).....	22
2.10 <i>Variance Decomposition</i>	23
2.11 Peramalan	23
2.12 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	24

2.13 Indeks Harga Konsumen (IHK).....	25
2.14 Inflasi.....	26
2.15 Kurs Mata Uang	26
III. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Data Penelitian	27
3.3 Metode Penelitian.....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Analisis Deskriptif.....	30
4.2 Uji Kestasioneran	32
4.3 Penentuan Panjang <i>Lag</i> Optimum	36
4.4 Uji Stabilitas	38
4.5 Kausalitas Granger	40
4.6 Analisis Model <i>Vector Autoregressive</i> (VAR)	41
4.7 Analisis <i>Impulse Response Function</i> (IRF).....	47
4.8 Analisis <i>Variance Decomposition</i>	50
4.9 Peramalan	53
V. KESIMPULAN	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria Berdasarkan Nilai MAPE	25
2. Statistika Deskriptif.....	30
3. Hasil Uji <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF)	33
4. Nilai AIC untuk Model <i>Vector Autoregressive</i>	37
5. Hasil Pengujian Stabilitas Model <i>Vector Autoregressive</i>	39
6. Hasil Analisis <i>Variance Decomposition</i> Inflasi terhadap Inflasi.....	50
7. Hasil Analisis <i>Variance Decomposition</i> Kurs terhadap Kurs.....	51
8. Hasil Peramalan Data Inflasi dan Kurs di Kota Padang dengan <i>Software</i> Python Periode Januari 2024 hingga Juni 2025	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alur Metode <i>Vector Autoregressive</i>	29
2. <i>Plot Yeo-Johnson Transformation</i> Data Inflasi	32
3. <i>Plot Yeo-Johnson Transformation</i> Data Kurs	32
4. <i>Plot Autocorrelation Function</i> (ACF) Data Inflasi	34
5. <i>Plot Autocorrelation Function</i> (ACF) Data Kurs	35
6. <i>Plot Partial Autocorrelation Function</i> (PACF) Data Inflasi	35
7. <i>Plot Partial Autocorrelation Function</i> (PACF) Data Kurs	36
8. Grafik Akar dari Polinomial Karakteristik <i>Autoregressive</i>	39
9. <i>Output Analisis Impulse Response Function</i> (IRF)	48
10. Perbandingan Data Aktual Inflasi dan Data Prediksi Inflasi	55
11. Perbandingan Data Aktual Kurs dan Data Prediksi Kurs	55
12. <i>Plot Residual</i> Data Inflasi dan Kurs	56
13. Grafik Peramalan Data Inflasi dan Kurs di Kota Padang	56

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah metode yang sangat populer untuk memprediksi data runtun waktu (Gujarati & Porter, 2009). ARIMA dapat memperkirakan nilai masa depan dengan menangkap pola-pola dari variabel tunggal di masa lalu. Meskipun demikian, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, terutama ketika variabel ekonomi yang saling memengaruhi dilakukan analisis secara bersamaan. Interaksi antara variabel sulit digambarkan secara menyeluruh dengan ARIMA (Enders, 2004).

Sebagai alternatif, model *Vector Autoregressive* (VAR) muncul sebagai alat yang lebih sesuai untuk menganalisis hubungan dinamis antarvariabel dalam sistem yang saling memengaruhi (Lütkepohl & Krätzig, 2004). *Vector Autoregressive* (VAR) merupakan pemodelan *time series* yang bersifat multivariat (Quenouille, 1957). VAR tidak hanya memungkinkan untuk menganalisis hubungan kausalitas antarvariabel, tetapi juga dapat digunakan untuk menganalisis dampak gangguan (*shock*) pada variabel lain.

Vector Autoregressive memiliki beberapa keunggulan di antaranya adalah tidak perlu membedakan variabel endogen dan eksogen, dapat menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) untuk menduga setiap persamaan, dan dalam beberapa kasus, ramalan yang dibuat dengan VAR lebih baik daripada persamaan simultan lainnya (Gujarati, 2003).

Perekonomian negara dapat digunakan untuk mengukur kesejahteraan negara. Baik negara maju maupun negara berkembang, menjaga kestabilan kegiatan perekonomian merupakan suatu hal yang harus diperhatikan. Menurut Marcal, dkk. (2024), pemerintah memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas untuk meningkatkan kesempatan kerja, mengontrol inflasi, mengurangi tingkat pengangguran, dan memantau pertumbuhan ekonomi yang sehat. Teori kuantitas menjelaskan hubungan antara tingkat inflasi dan jumlah uang beredar, jika jumlah uang beredar tinggi menyebabkan kondisi inflasi yang harus diatur karena memengaruhi indikator makro lainnya (Mankiw, 2014).

Peningkatan harga barang dan jasa yang berkelanjutan selama periode waktu tertentu disebut inflasi. Kenaikan harga yang signifikan pada barang dan jasa dapat mengurangi daya beli masyarakat, sehingga dapat berdampak pada kesejahteraan (Mankiw, 2014), sedangkan kurs adalah harga satu unit mata uang asing dibandingkan dengan mata uang domestik. Kurs dapat memengaruhi inflasi, biaya impor, ekspor, serta stabilitas harga di dalam negeri (Dornbusch, *et al.*, 2010).

Kota Padang menduduki urutan kedua dari 24 kota yang mengalami inflasi (*year on year*) di Pulau Sumatera. Urutan pertama diduduki oleh Kota Bukittinggi sebesar 7,76% dengan IHK sebesar 114,86 dan Kota Padang sebesar 7,38% dengan IHK sebesar 114,70 (Badan Pusat Statistik Sumatera Barat, 2023).

Inflasi yang tinggi dapat memengaruhi stabilitas ekonomi dan daya beli masyarakat, ini membuat Kota Padang menarik untuk diteliti. Selain itu, Kota Padang lebih relevan karena ekonominya bergantung pada perdagangan dan konsumsi lokal. Terdapat beberapa aspek pengeluaran yang sangat fluktuatif di antaranya pengeluaran makanan, minuman, tembakau, transportasi dan pendidikan. Menurut Sukirno (2010), untuk memahami dampak inflasi terhadap perekonomian, perlu dilakukan penyelidikan lebih lanjut tentang hubungan antara inflasi dan kurs mata uang.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode VAR yaitu penelitian oleh Aquinaldo (2023) yang membandingkan metode multivariat GRU dan VAR berdasarkan sentimen investor dan nilai kurs dolar untuk prediksi harga saham. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai MAE multivariat VAR adalah 2701,187, sedangkan nilai MAE multivariat GRU adalah 2975,479 yang berarti model prediksi dengan multivariat VAR memiliki tingkat kesalahan yang rendah serta hasil lebih akurat.

Latorre, *et al.*, (2023) mengkaji tentang *Vector Autoregression for Forecasting the Number of COVID-19 Cases and Analyzing Behavioral Indicators in the Philippines: Ecologic Time-Trend Study*. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu uji kausalitas Granger menunjukkan bahwa hubungan antara kepentingan publik dan jumlah kasus berubah seiring waktu. Hanya perubahan mobilitas dengan ($P = .002$) yang meningkatkan perkiraan kasus. Nairobi, *et al.*, (2022) mengkaji tentang *Analysis of data inflation energy and gasoline price by vector autoregressive model*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa model terbaik yang diperoleh ialah VAR(3), di mana inflasi energi sangat dipengaruhi oleh harga bensin. Apabila harga bensin berubah, inflasi cenderung meningkat.

Selanjutnya, Marlina & Suriadi (2023) melakukan penelitian analisis VAR pada data inflasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa inflasi terus meningkat di Indonesia. Ini karena nilai *lag* inflasi mendekati angka satu, yaitu 6,71. Dengan persistensi inflasi yang tinggi, diperkirakan akan terjadi pergeseran yang berdampak pada inflasi di Indonesia. Penelitian lain juga pernah dilakukan oleh Febrianti, dkk. (2021) melakukan penelitian tambahan yang melihat bagaimana pengaruh kurs mata uang terhadap ekspor dan impor Indonesia. Kesimpulannya adalah bahwa kurs memengaruhi ekspor tetapi tidak sebaliknya, dan impor memengaruhi ekspor tetapi tidak sebaliknya.

Berdasarkan permasalahan di atas, dalam penelitian ini penulis mengaplikasikan metode *Vector Autoregressive* (VAR) pada data inflasi dan kurs mata uang di Kota Padang untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara inflasi dan kurs mata uang serta memberikan hasil prediksi yang bermanfaat untuk membuat keputusan ekonomi dan keuangan yang lebih baik di Kota Padang.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis respon dinamika data inflasi dan kurs mata uang di Kota Padang terhadap gangguan (*shock*) dengan *Vector Autoregressive* (VAR).
2. Mengetahui hubungan kausalitas antara inflasi dan kurs mata uang di Kota Padang.
3. Memprediksi angka inflasi dan kurs mata uang di Kota Padang untuk masa mendatang dengan metode *Vector Autoregressive* (VAR).

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengaplikasikan metode *Vector Autoregressive* (VAR).
2. Dapat menambah pengetahuan tentang metode *Vector Autoregressive* (VAR).
3. Dapat menjadi referensi dan informasi bagi pembaca tentang metode *Vector Autoregressive* (VAR).
4. Hasil ramalan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan bagi pemerintah daerah di Kota Padang dalam merumuskan kebijakan untuk menghadapi fluktuasi inflasi dan kurs.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deret Waktu

Urutan pengamatan (observasi) yang terurut disebut deret waktu. Pengurutan umumnya didasarkan pada waktu untuk interval waktu yang berdekatan, tetapi juga dapat didasarkan pada dimensi lain, seperti ruang (Wei, 1990). Deret waktu terjadi di banyak tempat. Dalam bidang bisnis dan ekonomi dapat mengamati harga saham penutupan harian, suku bunga mingguan, indeks harga bulanan, penjualan triwulanan, dan laba (Box, *et al.*, 2015). Analisis deret waktu digunakan untuk membuat ukuran yang dapat digunakan untuk perencanaan operasional, membuat prediksi dan peramalan untuk masa depan, dan membuat keputusan saat ini (Gujarati & Porter, 2009).

2.2 Kestasioneran

Menurut Brooks (2008), ketidakstabilan atau stasioneritas suatu deret dapat sangat memengaruhi perilaku dan karakteristiknya, dengan asumsi bahwa data stasioner adalah karakteristik yang paling penting dalam analisis deret waktu. Data masa lampau dapat digunakan untuk meramalkan sifat statistik masa depan dalam model stasioner.

Suatu deret waktu Y_t dikatakan stasioner jika varian dan rata-rata deret waktu tersebut tidak dipengaruhi oleh perubahan waktu pengamatan dan proses berada dalam keseimbangan statistik (Gujarati & Porter, 2009). Berikut adalah uji stasioneritas terhadap varian dan rata-rata yang dapat digunakan:

a. Kestasioneran terhadap varian

Menurut Wei (1990), sebuah data dikatakan stasioner dalam varian apabila struktur dari waktu ke waktu mempunyai fluktuasi data yang tetap. Untuk melihat apakah data stasioner terhadap varian dapat digunakan dengan transformasi Yeo-Johnson. Transformasi Yeo-Johnson adalah teknik transformasi data yang diciptakan untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas dan normalitas (Yeo & Johnson, 2000). Transformasi Yeo-Johnson dapat diterapkan pada data dengan nilai nol dan negatif yang bertujuan untuk menstabilkan varian. Adapun formula dari transformasi Yeo-Johnson sebagai berikut (Yeo & Johnson, 2000):

$$T(y, \lambda) = \frac{((y + 1)^\lambda - 1)}{\lambda}$$

Keterangan:

$T(y, \lambda)$: Data hasil transformasi.

y : Nilai asli data.

λ : Parameter transformasi yang mengontrol bentuk transformasi.

Di mana λ adalah bilangan riil, jika nilai $\lambda = 1$ maka data sudah dapat dikatakan stasioner terhadap varian.

b. Kestasioneran terhadap rata-rata

Menurut Wei (1990), stasioneritas terhadap rata-rata berarti bahwa fluktuasi pada data tersebut terjadi di sekitar nilai rata-rata yang tetap dan tidak dipengaruhi oleh waktu, serta variansi dari fluktuasi data tersebut konstan. Stasioneritas terhadap rata-rata dapat diuji menggunakan metode *Augmented Dickey Fuller* (ADF), *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) sebagai berikut:

1. Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF)

Uji akar-akar unit (*unit root test*) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan uji stasioneritas terhadap rata-rata dalam VAR. Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) adalah salah satu uji stasioneritas data yang paling populer dan asumsi yang digunakan adalah galat ε_t berkorelasi. Persamaan uji stasioner dengan analisis ADF adalah sebagai berikut (Gujarati & Porter, 2009).

$$Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Keterangan:

Y_t : Nilai deret waktu pada periode t .

δ : Koefisien *autoregresif*.

ε_t : *Error term* (*white noise*).

1. Hipotesis:

$H_0: \delta = 0$ (Data tidak memenuhi asumsi stasioneritas).

$H_1: \delta \neq 0$ (Data memenuhi asumsi stasioneritas).

2. Statistik uji:

$$ADF_{hitung} = \frac{\delta}{SE(\delta)}$$

Keterangan:

δ : Estimasi koefisien.

$SE(\delta)$: *Standard error* dari δ .

3. Keputusan dan Kesimpulan:

H_0 ditolak jika nilai statistik dari uji $ADF_{hitung} < ADF_{tabel}$ atau $p - value < \alpha$.

2. ACF (*Autocorrelation Function*)

Pada analisis *time series* γ_t disebut sebagai fungsi autokovarian dan ρ_t disebut sebagai fungsi autokorelasi yang merupakan ukuran keeratan hubungan antara Y_t dan Y_{t+p} dari proses yang sama dan hanya dipisahkan oleh selang waktu t karena pada dasarnya tidak mungkin fungsi autokorelasi dihitung dari populasi, maka fungsi autokorelasi dihitung dari data sampel (Wei, 1990):

Jika $\{Y_t\}$ merupakan suatu proses stasioner dengan:

$$E(Y_t) = \mu$$

$$\text{Var}(Y_t) = E(Y_t - \mu) = \sigma^2$$

Dan fungsi autokorelasi antara Y_t dan Y_{t-p} adalah:

$$\rho_t = \frac{\text{Cov}(Y_t, Y_{t+p})}{\sqrt{\text{Var}(Y_t) \cdot \text{Var}(Y_{t+p})}} = \frac{\gamma_p}{\gamma_0}$$

Keterangan:

Y_t : Data periode ke t .

ρ_t : Fungsi autokorelasi (PACF).

$\text{Var}(Y_t)$: Varian dari data Y_t .

$\text{Cov}(Y_t, Y_{t+p})$: Kovarian antara data Y_t dan Y_{t+p} .

3. PACF (*Partial Autocorrelation Function*)

Partial Autocorrelation Function (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara ε_t dan ε_{t+p} . Fungsi autokorelasi parsial dinotasikan sebagai berikut (Wei, 1990):

$$\phi_{kj} = \phi_{k-1j} - \phi_{kk}\phi_{k-1,k-j}$$

Keterangan:

j : Indeks *lag*, dengan $j = 1, 2, \dots, k$.

ϕ_{kk} : Fungsi PACF untuk *lag* ke k .

ϕ_{k-1j} : Fungsi autokorelasi parsial dengan *lag* ke $k + 1$ dengan j .

$\phi_{kk}\phi_{k-1,k-j}$: Fungsi autokorelasi parsial dengan *lag* ke $k + 1$ dengan $j + 1$.

2.3 Model *Autoregressive* (AR)

Model *Autoregressive* (AR) adalah suatu model di mana nilai variabel y saat ini hanya bergantung pada nilai-nilai variabel tersebut yang diambil dari periode-periode sebelumnya ditambah dengan galat (Brooks, 2008). Menurut Hamilton (1994), model *Autoregressive* orde p dapat dilambangkan dengan $AR(p)$ pada persamaan berikut:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \beta_3 Y_{t-3} + \cdots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

Atau dapat ditulis,

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

Keterangan:

α : Konstanta atau intersep.

β_p : Parameter model *Autoregressive*.

Y_{t-p} : Nilai sebelumnya deret runtun waktu yang bersangkutan.

ε_t : Galat pada waktu t .

p : Panjang *lag* (kelambanan).

t : Waktu pengamatan.

2.4 *Vector Autoregressive* (VAR)

Christopher A. Sims menciptakan *Vector Autoregressive* (VAR) pada tahun 1980, sebagai pendekatan model alternatif untuk mengurangi penggunaan teori sehingga dapat menangkap fenomena ekonomi dengan lebih baik (Widarjono, 2007).

Menurut Sims (1980), jika terdapat hubungan simultan antara variabel-variabel yang diamati, semua variabel tersebut harus diperlakukan setara. Dengan demikian, tidak ada lagi pembagian antara variabel endogen dan eksogen. Metode *Vector Autoregressive* (VAR) adalah alat yang sederhana dan fleksibel untuk pemodelan data deret waktu multivariat. Menurut Enders (2004), metode ini banyak digunakan oleh peneliti dan praktisi dalam ekonometrika keuangan karena kemampuannya menangkap dinamika variabel deret waktu dan melakukan peramalan.

VAR (p) secara umum dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut:

$$Y_{jt} = \alpha_j + \beta_{ji}Y_{1,t-1} + \gamma_{ji}Y_{2,t-1} + \theta_{ji}Y_{3,t-1} + \dots + \rho_{ji}Y_{j,t-p} + \varepsilon_{jt} \quad (2.2)$$

Atau,

$$Y_{jt} = \alpha_j + \sum_{i=1}^p \beta_{ji}Y_{1,t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_{ji}Y_{2,t-1} + \dots + \sum_{i=1}^p \rho_{ji}Y_{j,t-1} + \varepsilon_{jt}$$

Keterangan:

Y_{jt} : Pengamatan variabel j pada waktu ke t .

α_j : Konstanta atau intersep.

t : Waktu pengamatan.

T : Banyaknya variabel.

p : Panjang *lag* (kelambanan).

$\beta_{ji}, \gamma_{ji}, \dots, \rho_{ji}$: Parameter model VAR pada variabel ke- j dan kelambanan ke- i .

ε_{jt} : Galat pada waktu t .

Di mana $Y_{jt} = (Y_{1t}, \dots, Y_{nt})'$ adalah vektor berukuran $n \times 1$ yang berarti n peubah yang masuk ke dalam VAR pada waktu t dan $t - 1$, untuk $i = 1, 2, 3, \dots, p$. $\alpha_j = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)'$ adalah vektor tetap berukuran $n \times 1$ dengan entri-entri intersep. β_p adalah matriks koefisien tetap berukuran $n \times n$ dengan p merupakan panjang *lag* (kelambanan).

$\varepsilon_{jt} = (\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{nt})'$ adalah vektor *white noise* berukuran $n \times 1$ dengan $E(\varepsilon_{jt}) = 0$, $E(\varepsilon_{jt}\varepsilon_{jt}') = \Sigma \varepsilon$ dan $E(\varepsilon_{jt}\varepsilon_{jp}') = 0$ untuk $p \neq t$. Matriks kovariansi $\Sigma \varepsilon$ diasumsikan nonsingular (Hamilton, 1994).

Menurut Lütkepohl (2005), dari model VAR yang dimiliki dapat diubah ke dalam bentuk matriks. Model VAR satu variabel dengan (1) lag:

$$Y_{1t} = \alpha_1 + \beta_{11}Y_{1,t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (2.3)$$

Model VAR dua variabel dengan (1) lag:

$$Y_{1t} = \alpha_1 + \beta_{11}Y_{1,t-1} + \gamma_{11}Y_{2,t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (2.4)$$

$$Y_{2t} = \alpha_2 + \beta_{21}Y_{1,t-1} + \gamma_{21}Y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (2.5)$$

Dapat diubah ke dalam bentuk matriks:

$$\begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \gamma_{11} \\ \beta_{21} & \gamma_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,t-1} \\ Y_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix}$$

Model VAR dua variabel dengan (2) lag:

$$Y_{1t} = \alpha_1 + \beta_{11}Y_{1,t-1} + \beta_{12}Y_{1,t-2} + \gamma_{11}Y_{2,t-1} + \gamma_{12}Y_{2,t-2} + \varepsilon_{1t} \quad (2.6)$$

$$Y_{2t} = \alpha_2 + \beta_{21}Y_{1,t-1} + \beta_{22}Y_{1,t-2} + \gamma_{21}Y_{2,t-1} + \gamma_{22}Y_{2,t-2} + \varepsilon_{2t} \quad (2.7)$$

Dapat diubah ke dalam bentuk matriks:

$$\begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,t-1} \\ Y_{1,t-2} \\ Y_{2,t-1} \\ Y_{2,t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix}$$

2.5 Pendugaan Parameter dengan Menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS)

Metode Kuadrat Terkecil (*Ordinary Least Square*) digunakan untuk menduga parameter model sementara. Ini berarti menghitung turunan fungsi terhadap parameter model dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat (Sembiring, 2003). Persamaan model VAR sebelumnya diubah ke dalam bentuk umum regresi linear (Sembiring, 2003).

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Model diubah ke dalam bentuk matriks:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_t \\ Y_{t-1} \\ \vdots \\ Y_{t-T} \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & Y_{t-1} & Y_{t-2} & \cdots & Y_{t-p} \\ 1 & Y_{t-2} & Y_{t-3} & \cdots & Y_{t-p-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & Y_{t-T} & Y_{t-T} & Y_{t-T} & Y_{t-T} \end{bmatrix}; \beta = \begin{bmatrix} \beta_{11} \\ \beta_{12} \\ \beta_{13} \\ \vdots \end{bmatrix}; \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{nt} \end{bmatrix}$$

Pendugaan parameter (OLS) mencari $\hat{\beta}$ yaitu:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

$$\varepsilon = Y - X\beta$$

$$s(\beta) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \varepsilon' \cdot \varepsilon$$

$$= (Y - X\beta)'(Y - X\beta)$$

$$= Y'Y - Y'X\beta - \beta'X'Y - \beta'X'X\beta$$

$$= Y'Y - 2\beta'X'Y - 2\beta'X'X\beta$$

$$\left. \frac{\partial s}{\partial \beta} \right|_b = Y'Y - 2\beta'X'Y - 2\beta'X'X\beta$$

$$-2X'Y - 2X'X\beta = 0$$

$$X'Y = (X'X)\beta$$

$$X'Y(X'X)^{-1} = (X'X)\beta(X'X)^{-1}$$

$$\beta = (X'X)^{-1}(X'Y)$$

Sehingga didapat pendugaan parameternya adalah $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}(X'Y)$.

Kemudian, pada model VAR perlu dilihat residual $\varepsilon_{1,t}$ dan $\varepsilon_{2,t}$ yang dapat menunjukkan perbedaan antara nilai variabel sebenarnya dan nilai prediksi oleh model berdasarkan *lag*. Residual ini sangat penting untuk mengevaluasi kesalahan model (Gujarati & Porter, 2009). Setelah residual diperoleh, selanjutnya dapat mencari kovarian residual yang bertujuan untuk menilai stabilitas model dan mengukur akurasi prediksi (Hamilton, 1994).

Adapun rumus residual:

$$\varepsilon_{1,t} = Y_{1t} - (\alpha_1 + \beta_{11}Y_{1,t-1} + \beta_{12}Y_{1,t-2} + \beta_{13}Y_{2,t-1} + \beta_{14}Y_{2,t-2})$$

$$\varepsilon_{2,t} = Y_{2t} - (\alpha_2 + \beta_{21}Y_{1,t-1} + \beta_{22}Y_{1,t-2} + \beta_{23}Y_{2,t-1} + \beta_{24}Y_{2,t-2})$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} & \varepsilon_{2,t} \\ \vdots & \vdots \\ \varepsilon_{1,T} & \varepsilon_{2,T} \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$\varepsilon_{1,t}, \varepsilon_{2,t}$: Residual pada variabel Y_1, Y_2 pada periode t .

Y_{1t}, Y_{2t} : Nilai aktual variabel Y_1, Y_2 pada periode t .

α_1, α_2 : Konstanta pada persamaan model untuk variabel Y_1, Y_2 .

β_{tp} : Koefisien parameter model untuk inflasi.

γ_{tp} : Koefisien parameter model untuk kurs.

$Y_{1,t-p}$: Pengaruh *lag* dari variabel Y_1, Y_2 pada periode t .

$\boldsymbol{\varepsilon}_t' \boldsymbol{\varepsilon}_t$: Matriks residual pada waktu t .

Rumus matriks kovarian residual sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\varepsilon}_t) = \frac{\boldsymbol{\varepsilon}_t' \boldsymbol{\varepsilon}_t}{n - k}$$

Keterangan:

n : Banyaknya pengamatan.

k : Jumlah parameter.

$\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\varepsilon}_t)$: Matriks kovarian residual.

Menurut Wei (1990), metode OLS memiliki beberapa asumsi yang harus dipenuhi. Berikut adalah asumsi-asumsi pada metode OLS:

a. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang digunakan untuk menentukan apakah *residual* berdistribusi normal atau tidak (Gujarati & Porter, 2009). Untuk pengujian ini dapat menggunakan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut (Conover, 1999):

1. Hipotesis:

$H_0: F(x) = F^*(x)$ Residual berdistribusi normal.

$H_1: F(x) \neq F^*(x)$ Residual tidak berdistribusi normal.

2. Taraf Signifikansi:

$\alpha = 5\%$ atau 0,05 dan $D_{(72;0,05)} = 0,8413$.

3. Daerah Kritis:

Tidak tolak H_0 jika $D_{hitung} < D_{tabel}$.

4. Statistik Uji:

$$D_{hitung} = \sup |f(x) - s(x)|$$

Keterangan:

$f(x)$: Fungsi peluang kumulatif dihitung berdasarkan sampel.

$s(x)$: Fungsi peluang kumulatif dari distribusi normal.

$\sup$: Nilai maksimum dari $|f(x) - s(x)|$.

5. Keputusan dan kesimpulan:

Berdasarkan nilai diperoleh $D_{hitung} < D_{tabel}$ sehingga tidak tolak H_0 .

Artinya residual berdistribusi normal, maka asumsi normalitas residual terpenuhi.

b. Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas terjadi jika suatu data tidak memiliki varians yang sama untuk setiap observasi. Model yang baik adalah yang tidak memiliki heteroskedastisitas (homoskedastisitas) yaitu memiliki varians yang sama. Hipotesis yang digunakan adalah (Gujarati & Porter, 2009):

1. Hipotesis:

$H_0: \text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$ Tidak terjadi heteroskedastisitas.

$H_1: \text{Var}(\varepsilon_i) \neq \sigma^2$ Terjadi heteroskedastisitas.

2. Taraf Signifikansi:

$\alpha = 5\%$ atau 0,05 dan $\chi^2_{(2;0,05)} = 5,991$.

3. Daerah Kritis:

Tidak tolak H_0 jika $BP < \chi^2_{(2;0,05)}$.

4. Statistik Uji:

$$BP = \frac{n \cdot R^2}{2}$$

Keterangan:

n : Banyaknya pengamatan.

R^2 : Koefisien determinasi dari regresi residual terhadap variabel independen.

5. Keputusan dan kesimpulan:

Berdasarkan nilai diperoleh $BP < \chi^2_{(2;0,05)}$ sehingga tidak tolak H_0 , artinya tidak terjadi heteroskedastisitas (homoskedastisitas).

c. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk menguji ada atau tidak korelasi dalam model. Jika terjadi korelasi maka di dalam model terdapat masalah autokorelasi, yang disebabkan observasi yang berurutan sepanjang waktu berkaitan satu sama lain. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah (Gujarati & Porter, 2009):

1. Hipotesis:

$H_0: \text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}) = 0$ Tidak terdapat autokorelasi.

$H_1: \text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}) \neq 0$ Terdapat autokorelasi.

2. Taraf Signifikansi:

$\alpha = 5\%$ atau 0,05 dan $\chi^2_{(2;0,05)} = 5,991$.

3. Daerah Kritis:

Tidak tolak H_0 jika $p - \text{value} > \alpha$ atau $Q(h) < \chi^2_{(2;0,05)}$.

4. Statistik Uji:

$$Q(h) = n \cdot (n + 2) \cdot \sum_{k=1}^h \frac{\hat{\rho}_k^2}{n - p}$$

Keterangan:

$Q(h)$: Statistik uji Ljung-Box.

n : Banyaknya pengamatan.

p : Jumlah *lag*.

$\hat{\rho}_k^2$: Koefisien autokorelasi pada *lag* p .

5. Keputusan dan kesimpulan:

Berdasarkan nilai diperoleh $Q(h) < \chi_{(2;0,05)}^2$ atau $p - value > \alpha$ sehingga tidak tolak H_0 , artinya tidak terdapat autokorelasi.

d. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk menguji ada atau tidak multikolinearitas dalam model (Gujarati & Porter, 2009). Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Hipotesis:

H_0 : $VIF_i > 10$ Terdapat multikolinearitas antar variabel independen.

H_1 : $VIF_i < 10$ Tidak terdapat multikolinearitas antar variabel independen.

2. Daerah Kritis:

Tolak H_0 jika $VIF < 10$.

3. Statistik Uji:

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

Keterangan:

R_i^2 : Koefisien determinasi dari regresi variabel i terhadap variabel lainnya.

4. Keputusan dan kesimpulan:

Tolak H_0 jika $VIF < 10$ yang berarti tidak terdapat multikolinearitas antar variabel independen, dan terima H_0 jika $VIF > 10$ yang berarti terdapat multikolinearitas antar variabel independen.

2.6 Penentuan Panjang *Lag* Optimum

Dalam model *Vector Autoregressive*, derajat bebas diwakili oleh panjang *lag* yang dilambangkan dengan p . Panjang *lag* yang dipilih akan digunakan untuk meminimalkan kriteria informasi. Dalam pemodelan VAR, penentuan *lag* yang ideal sangat penting. Jika *lag* optimal terlalu pendek maka dianggap tidak cukup untuk menjelaskan secara menyeluruh kedinamisan model. Namun, *lag* optimal yang terlalu lama akan menghasilkan pendugaan yang tidak efisien karena tingkat kebebasan yang berkurang terutama untuk model dengan sampel yang lebih kecil (Lütkepohl, 2005).

Pada penelitian kali ini pendekatan yang digunakan untuk menentukan panjang *lag* adalah *Akaike Information Criterion* (AIC). *Lag* yang optimal adalah *lag* dengan nilai statistik kriteria informasi yang terkecil (Lütkepohl, 2005). Diberikan rumus AIC sebagai berikut:

$$AIC = n \cdot \ln\left(\frac{SSR}{n}\right) + 2 \cdot p$$

Pada perhitungan dengan *software* nilai AIC disederhanakan dengan rumus (Burnham & Anderson, 2002):

$$AIC_{\text{sederhana}} = \frac{AIC}{n}$$

Keterangan:

p : Panjang *lag* (kelambanan).

n : Banyak observasi.

SSR : Jumlah kuadrat residual.

2.7 Uji Stabilitas

Stabilitas VAR perlu diuji terlebih dahulu sebelum melakukan analisis lebih jauh. Model VAR dikatakan stabil jika akarnya memiliki nilai modulus < 1 dan semuanya terletak di dalam unit lingkaran (Lütkepohl, 2005). Uji stabilitas digunakan untuk mengetahui apakah estimasi VAR yang telah dibuat stabil atau tidak. Selain itu, dilakukan pengecekan kondisi stabilitas VAR dengan menggunakan akar sifat polinomial (Gujarati, 2003).

1. Hipotesis:

$H_0: |\lambda| < 1$ (Model VAR stabil, akar-akar polinomial terletak di dalam unit lingkaran).

$H_1: |\lambda| \geq 1$ (Model VAR tidak stabil, akar-akar polinomial terletak di luar unit lingkaran).

2. Statistik Uji:

$$|\lambda| = \sqrt{\text{Re}(\lambda)^2 + \text{Im}(\lambda)^2}$$

Keterangan:

$|\lambda|$: Modulus atau panjang vektor kompleks yang merepresentasikan *eigenvalue*.

$\text{Re}(\lambda)$: Bagian riil dari bilangan *eigenvalue*.

$\text{Im}(\lambda)$: Bagian imajiner dari bilangan *eigenvalue*.

3. Keputusan dan kesimpulan:

Berdasarkan statistik uji diperoleh nilai modulus < 1 sehingga tidak tolak H_0 , artinya model VAR stabil dan akar-akar polinomial terletak di dalam unit lingkaran.

2.8 Kausalitas Granger (*Causality Granger*)

Adanya kausalitas atau pengaruh tidak ditunjukkan oleh adanya hubungan antara peubah. Sehingga uji kausalitas diperlukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh satu arah atau dua arah. Uji Kausalitas Granger mengatakan bahwa jika kejadian x terjadi sebelum y , ada kemungkinan bahwa x memengaruhi y , tetapi tidak mungkin sebaliknya (Gujarati, 2003). Jika peubah x menyebabkan peubah y yang berarti nilai y pada periode sekarang dapat dijelaskan oleh nilai y pada periode sebelumnya dan nilai x pada periode sebelumnya (Hamilton, 1994). Kausalitas Granger tidak melakukan estimasi terhadap model, hanya menguji hubungan antar peubah (Granger, 1969).

Menurut Lütkepohl (2005), pengujian secara umum dengan uji F digunakan untuk mengevaluasi pengaruh melalui persamaan *unrestricted* dan persamaan *restricted* serta hipotesis untuk variabel y_1 dan y_2 yaitu:

a. y_2 memengaruhi y_1

Hipotesis pendugaan:

$$H_0: \gamma_{11} = \gamma_{12} = \dots = \gamma_{1p} = 0.$$

$$H_1: \gamma_{11} \neq \gamma_{12} = \dots = \gamma_{1p} \neq 0.$$

Persamaan *unrestricted*:

$$Y_{1t} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} Y_{1,t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_{1i} Y_{2,t-1} + \varepsilon_{1t}$$

Persamaan *restricted*:

$$Y_{1t} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} Y_{1,t-1} + \varepsilon_{1t}$$

b. y_1 memengaruhi y_2

Hipotesis pendugaan:

$$H_0: \beta_{21} = \beta_{22} = \dots = \beta_{2p} = 0.$$

$$H_1: \beta_{21} \neq \beta_{22} = \dots = \beta_{2p} \neq 0.$$

Persamaan *unrestricted*:

$$Y_{2t} = \alpha_2 + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} Y_{1,t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_{2i} Y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Persamaan *restricted*:

$$Y_{2t} = \alpha_2 + \sum_{i=1}^p \gamma_{2i} Y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Hipotesis:

$H_0: x \nrightarrow y$ (bukan merupakan penyebab y).

$H_1: x \rightarrow y$ (merupakan penyebab y).

Dengan statistik uji:

$$F = \frac{n - k}{q} \cdot \frac{SSE_{\text{Terbatas}} - SSE_{\text{Penuh}}}{SSE_{\text{Penuh}}}$$

Keterangan:

n : Jumlah observasi yang digunakan.

k : Banyak parameter penuh.

q : Banyak parameter terbatas.

SSE_{Terbatas} : Jumlah kuadrat kesalahan terbatas.

SSE_{Penuh} : Jumlah kuadrat kesalahan penuh.

H_0 ditolak jika $F > F_{\text{tabel}}$ maka x merupakan penyebab kausalitas Granger dengan kata lain y menyebabkan x .

2.9 Impulse Response Function (IRF)

Granger Causality saja mungkin tidak cukup untuk memahami sepenuhnya hubungan antar variabel dalam suatu sistem. Dalam praktiknya, sering kali kita tertarik melihat bagaimana satu variabel merespons perubahan atau kejutan (impuls) dari variabel lain dalam sistem yang lebih kompleks yang disebut analisis respons impuls (Lütkepohl, 2005).

Impulse Response Function (IRF) melakukan penelusuran atas dampak suatu guncangan (*shock*) terhadap suatu variabel pada sistem (seluruh variabel) sepanjang durasi tertentu (Lütkepohl, 2005). Dengan menggunakan analisis IRF, diketahui bagaimana suatu variabel bereaksi terhadap kejutan dan bagaimana kejutan berdampak pada variabel lain dalam sistem VAR. Dalam situasi di mana satu variabel menanggapi kejutan dari variabel lain, dikatakan bahwa variabel kedua memiliki kausalitas dengan variabel pertama. Adapun rumus IRF adalah sebagai berikut:

$$IRF(h) = \mathbf{r}^h$$

Keterangan:

$\mathbf{r}$: Matriks parameter dari model VAR.

h : Periode peramalan.

2.10 Variance Decomposition

Variance decomposition adalah persentase varians kesalahan yang digunakan untuk meramalkan variabel tertentu, karena guncangan tertentu (Stock & Watson, 2001). Dengan menggunakan perkiraan *varians error*, dekomposisi varians menentukan kontribusi atau komposisi pengaruh masing-masing variabel eksogen terhadap variabel endogen (Lütkepohl, 2005). Selain itu, dekomposisi varians menunjukkan seberapa penting setiap variabel di dalam sistem VAR karena *shock*. Menurut Lütkepohl (2005), berikut adalah metode *Variance Decomposition*:

$$VD_{x,t} = (IRF_{x,y}(t))^2 \cdot \sigma_y^2 + (IRF_{x,x}(t))^2 \cdot \sigma_x^2$$

Keterangan:

$IRF_{x,x}(t)$: *Impulse Response Function* variabel x dan x pada periode t .

$IRF_{x,y}(t)$: *Impulse Response Function* variabel x dan y pada periode t .

σ_x^2 : Varians residual variabel x .

σ_y^2 : Varians residual variabel y .

2.11 Peramalan

Peramalan adalah prediksi tentang apa yang akan terjadi di masa depan berdasarkan kumpulan peristiwa dari masa lalu (Montgomery, *et al.*, 2008). Peramalan dapat mencakup data historis dan memproyeksikannya ke kondisi masa depan dengan sebuah model matematis (Heizer & Render, 2011).

Komponen penting dalam proses menentukan keputusan salah satunya ialah peramalan. Masalah dalam peramalan merupakan masalah yang dihadapi sepanjang waktu ketika membuat prediksi yang tidak akurat. Keputusan yang baik juga merupakan keputusan yang memperhitungkan bagaimana keputusan itu dilakukan (Ginting & Rosnani, 2007).

Sebagai salah satu metode untuk menghasilkan peramalan yang lebih akurat, model VAR dapat digunakan untuk menganalisis hubungan dinamis antar variabel (Sims, 1980). Adapun rumus dari model VAR dengan dua *lag* ($p = 2$) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = c + (\varphi_1[0, :] \cdot Y_{t-1}) + (\varphi_2[0, :] \cdot Y_{t-2})$$

Keterangan:

Y_t : Vektor variabel dependen pada waktu t .

c : Vektor konstanta.

$\varphi_1[0, :]$: Matriks parameter *lag* pertama.

$\varphi_2[0, :]$: Matriks parameter *lag* kedua.

Y_{t-1} : Vektor pada *lag* pertama.

Y_{t-2} : Vektor pada *lag* kedua.

2.12 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error adalah alat yang digunakan untuk mengukur seberapa akurat hasil peramalan dibutuhkan suatu pengujian yang dapat mengetahui ukuran kesalahan peramalan dalam tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan data asli. Persentasi penyimpangan hasil pendugaan dapat dihitung dengan menghitung nilai MAPE (Wei, 1990).

Semakin kecil nilai MAPE, semakin baik model peramalan yang digunakan (Makridakis, *et al.*, 1998). Adapun formula dari MAPE yaitu:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%$$

Keterangan:

y_t : Nilai aktual pada waktu t .

$\hat{y}_t$: Nilai peramalan pada waktu t .

n : Jumlah total data.

Tabel 1. Kriteria Berdasarkan Nilai MAPE

MAPE	Kategori Peramalan
<10%	Sangat Baik
10–20%	Baik
20–50%	Cukup
>50%	Buruk

2.13 Indeks Harga Konsumen (IHK)

Indeks Harga Konsumen (IHK) digunakan untuk mengukur perubahan harga barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga selama periode waktu tertentu (Sukirno, 2010). IHK sering digunakan sebagai pengukur inflasi karena mencerminkan perubahan tingkat harga yang langsung berdampak pada daya beli masyarakat (Mankiw, 2014). Untuk menjaga stabilitas ekonomi, indeks harga konsumen sangat berguna bagi pemerintah dalam membuat kebijakan moneter dan fiskal (Dornbusch, *et al.*, 2010).

2.14 Inflasi

Inflasi terjadi ketika harga barang dan jasa meningkat secara bertahap dalam jangka waktu tertentu (Sukirno, 2010). Peningkatan harga satu atau dua barang tidak cukup untuk dianggap sebagai inflasi (Sitanggang, *et al.*, 2022). Nilai inflasi positif artinya harga barang dan jasa secara umum mengalami kenaikan dalam periode waktu tertentu. Sedangkan, nilai inflasi negatif artinya terjadi penurunan barang dan jasa secara umum (Mankiw, 2014). Adapun rumus inflasi sebagai berikut:

$$\text{Inflasi} = \frac{(\text{IHK}_t - \text{IHK}_{t-1})}{\text{IHK}_{t-1}} \times 100\%$$

Keterangan:

IHK_t : Indeks Harga Konsumen pada periode ke t .

IHK_{t-1} : Indeks Harga Konsumen pada periode ke $t - 1$.

2.15 Kurs Mata Uang

Nilai tukar atau kurs mata uang mengacu pada harga mata uang asing dibandingkan dengan mata uang domestik. Dengan demikian, peningkatan nilai tukar berarti meningkatnya harga mata uang asing yang menyebabkan mata uang domestik menjadi lebih murah atau terjadi depresiasi, sedangkan penurunan nilai tukar berarti terjadi apresiasi atau peningkatan relatif nilai mata uang domestik. Nilai tukar riil adalah harga antara mata uang dua negara, yang membedakan mata uang suatu negara dari nilai tukar nominalnya (Mankiw, 2014). Ketika nilai tukar berubah, daya saing perusahaan dapat meningkat. Ini karena perubahan nilai tukar dapat menyebabkan harga barang menjadi lebih mahal atau lebih murah (Ginting, 2013).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

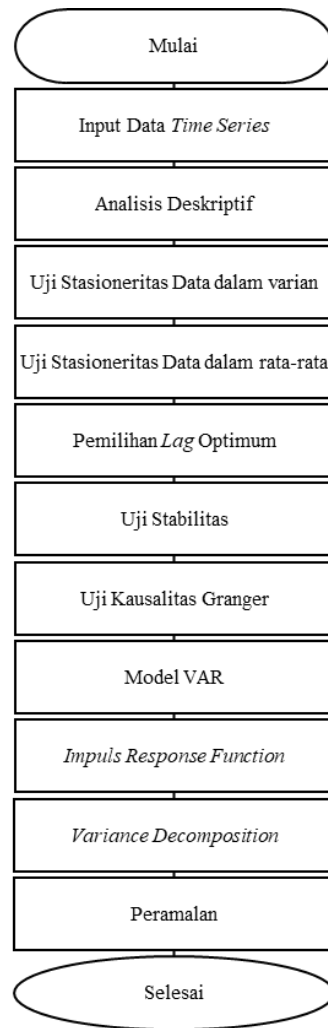
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data inflasi dan kurs di Kota Padang. Data dengan periode panjang (60 bulan) memiliki historis yang lengkap dan lebih kuat sehingga stabil untuk interpretasi hasil, dibandingkan data periode pendek (6 bulan) yang lebih rentan terhadap *noise* dan *outlier* (Box, *et al.*, 2015). Oleh karena itu, periode yang dipilih pada penelitian kali ini adalah data inflasi dan kurs pada bulan Januari 2018 hingga Desember 2023 yang diperoleh dari *website* resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Barat <https://sumbar.bps.go.id/id/statistics-table/2/MSMy/inflasi-bulanan-kota-padang--kota-bukittinggi-dan-gabungan-2--dua--kota-padang-dan-bukittinggi.html> dan *website* Satu Data Kementerian Perdagangan <https://satudata.kemendag.go.id/data-informasi/perdagangan-dalam-negeri/nilai-tukar>.

3.3 Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis deskriptif data sekunder dari situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) dan Satu Data Kementerian Perdagangan.
2. Memeriksa stasioneritas data terhadap varian menggunakan *Yeo-Johnson transformation*.
3. Memeriksa stasioneritas data terhadap rata-rata menggunakan pengujian akar unit dengan metode *Augmented Dickey Fuller (ADF)*, *Autocorrelation Function (ACF)* dan *Partial Autocorrelation Function (PACF)*.
4. Menentukan *lag* optimal berdasarkan nilai *Akaike Informasi Criterion (AIC)* yang paling kecil untuk membangun model VAR.
5. Menduga parameter model VAR dengan metode OLS.
6. Uji Stabilitas VAR dilakukan untuk memastikan bahwa model VAR yang dibangun stabil dan valid digunakan dalam analisis selanjutnya.
7. Mengidentifikasi hubungan Kausalitas antara variabel dalam model VAR dengan Uji Kausalitas Granger.
8. Membangun model VAR dengan nilai AIC yang telah diperoleh.
9. Mengevaluasi respon dari variabel endogen dalam model VAR dengan *Impulse Response Function (IRF)*.
10. Mengukur besarnya kontribusi atau komposisi pengaruh masing-masing variabel dengan *Variance Decomposition*.
11. Melakukan peramalan pada data inflasi dan kurs untuk masa yang akan datang.

Berikut diberikan diagram alur penelitian seperti gambar di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Alur Metode *Vector Autoregressive*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diperoleh kesimpulan:

1. Analisis *Impulse Response Function* (IRF) menunjukkan bahwa perubahan dalam variabel inflasi dan kurs dapat memengaruhi satu sama lain, dengan dampak yang lebih signifikan pada jangka pendek dan cenderung mengarah kembali ke keseimbangan dalam jangka panjang. *Shock* terhadap inflasi memiliki dampak besar terhadap dirinya sendiri, sementara *shock* pada kurs lebih memengaruhi inflasi dalam jangka pendek, dengan efek yang semakin kecil di masa depan.
2. Uji kausalitas Granger menunjukkan adanya hubungan satu arah (*one-way causality*) dari inflasi terhadap kurs di Kota Padang. Hasil ini mengindikasikan bahwa inflasi dapat memengaruhi perubahan kurs, tetapi tidak sebaliknya. Hal ini penting untuk kebijakan ekonomi yang berfokus pada pengendalian inflasi terhadap nilai tukar.
3. Model VAR(2) memberikan prediksi yang akurat untuk data inflasi dan kurs di Kota Padang pada periode Januari hingga Desember 2024, dengan nilai MAPE sebesar 2,82%. Prediksi ini menunjukkan bahwa model VAR(2) dapat digunakan untuk meramalkan perkembangan kedua variabel tersebut dengan tingkat ketepatan yang sangat baik $< 10\%$, yang dapat membantu dalam perencanaan kebijakan ekonomi dan pengambilan keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aquinaldo, D. A. 2023. Perbandingan metode multivariatif GRU dan VAR berdasarkan sentimen investor dan nilai kurs Dollar untuk prediksi harga saham. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*. 3(6): 10238-10257.
- Badan Pusat Statistik Sumatera Barat. 2023. Berita Resmi Statistik: Inflasi Desember 2022 di Kota Padang. <https://sumbar.bps.go.id/id>. Diakses pada 09 Desember 2024.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. 2nd Edition. New York: Springer.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. 2015. *Time series analysis: Forecasting and control*. 5th Edition. New Jersey: Wiley.
- Brooks, C. 2008. *Introductory Econometrics for Finance*. 2nd Edition. New York: Cambridge University Press.
- Conover, W. J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*. 3rd Edition. New York: Wiley.
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. 2010. *Macroeconomics*. 11th Edition. Washington: McGraw-Hill.

Enders, W. 2004. *Applied Econometric Time Series*. 2nd Edition. New Jersey: Wiley.

Febrianti, D. R., Tiro, M. A., & Sudarmin. 2021. Metode Vector Autoregressive (VAR) dalam menganalisis pengaruh kurs mata uang terhadap ekspor dan impor di Indonesia. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*. **3**(1): 23-30.

Ginting, & Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Ginting, A. 2013. Pengaruh nilai tukar terhadap ekspor Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*. **7**(1): 1-18.

Granger, C. W. 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*. **37**(3): 424-438.

Gujarati, D. N. 2003. *Basic econometrics*. 4th Edition. New York: McGraw-Hill.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. 2009. *Basic econometrics*. 5th Edition. New York: McGraw-Hill.

Hamilton, J. D. 1994. *Time Series Analysis*. New Jersey: Princeton University Press.

Heizer, J., & Render, B. 2011. *Operations Management*. New York: Pearson Education Inc.

Latorre, A. A., Nakamura, K., Seino, K., & Hasegawa, T. 2023. Vector autoregression for forecasting the number of COVID-19 cases and analyzing behavioral indicators in the Philippines: Ecologic time-trend study. *JMIR Formative Research*. **7**(1): 1-11.

Lütkepohl, H. 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin: Springer-Verlag.

Lütkepohl, H., & Krätzig, M. 2004. *Applied Time Series Econometrics*. London: Cambridge University Press.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. 1998. *Forecasting: Methods and Applications*. 3rd Edition. John Wiley & Sons.

Mankiw, N. G. 2014. *Principles of Economics*. 7th Edition. Canada: Cengage Learning.

Marcal, I. A., Oentoro, Y. P., & Yasin, M. 2024. Pertumbuhan ekonomi sebagai cerminan perkembangan perekonomian suatu negara. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Ekonomi*. **2**(3): 40-47.

Marlina, N., & Suriadi, I. 2023. Autoregressive Vector (VAR) method in analyzing inflation persistence in Indonesia. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*. **2**(3): 4664-4672.

Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Nairobi, Ambya, Russel, E., Paujiah, S., Pratama, D. N., Wamiliana, & Usman, M. 2022. Analysis of data inflation energy and gasoline price by vector autoregressive model. *International Journal of Energy Economics and Policy*. **12**(2): 120-126.

Quenouille, M. 1957. *The Analysis of Multiple Time-Series*. London: Griffin.

Sembiring, R. K. 2003. *Analisis regresi*. 2nd Edition. Bandung: Penerbit ITB.

- Sims, C. A. 1980. Makroekonomi dan Realitas. *Ekonometrika*. **48**(1): 1-48.
- Sitanggang, E., Aulia, J., Matondang, K. A., & Indriani, R. 2022. The effect of inflation on the rate of economic growth. *Asian Journal of Applied Business and Management (AJABM)*. **1**(1): 1-10.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. 2001. Vector Autoregressions. *Journal of Economic Perspectives*. **15**(4): 101-115.
- Sukirno, S. 2010. *Makroekonomi Teori Pengantar*. 3rd Edition. Jakarta: Rajawali Pers.
- Wei, W. W. 1990. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. 2nd Edition. New York: Pearson Addison Wesley.
- Widarjono, A. 2007. *Ekonometrika Teori dan aplikasi*. 2nd Edition. Yogyakarta: Ekonisia.
- Yeo, I. K., & Johnson, R. 2000. A new family of power transformations to improve normality or symmetry. *Biometrika*. **87**(4): 954–959.