

**PERAMALAN DATA DERET WAKTU DENGAN *VECTOR ERROR
CORRECTION MODEL* (VECM)**

(Skripsi)

Oleh

**INAS KHALISHAH
1717031076**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PERAMALAN DATA DERET WAKTU DENGAN *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL* (VECM)

Oleh

INAS KHALISHAH

Vector Error Correction Model (VECM) adalah analisis yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan apabila pada suatu data deret waktu terdapat hubungan kointegrasi dan data stasioner pada *first difference*. Penelitian ini menggunakan data inflasi, suku bunga, dan jumlah uang beredar Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai peramalan menggunakan *Vector Error Correction Model* (VECM). Hasil dari penelitian ini merupakan peramalan data inflasi pada bulan Juli 2023 yang memiliki nilai 3,2%, suku bunga 5,6%, dan jumlah uang beredar 865396 Milyar Rupiah.

Keywords : VECM, VAR, Stasioner, Kointegrasi, Inflasi, Suku Bunga, Jumlah Uang Beredar.

ABSTRACT

FORECASTING TIME SERIES DATA WITH *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL* (VECM)

By

INAS KHALISHAH

Vector Error Correction Model (VECM) is an analysis that can be used for forecasting if there is a cointegration relationship in a time series data and the data is stationary in the first difference. This study uses data on inflation, interest rates, and money supply in Indonesia. The purpose of this study is to determine the value of forecasting using the Vector Error Correction Model (VECM). The results of this study are forecasting inflation data in July 2023 which has a value of 3.2%, interest rates of 5.6%, and money supply of 865396 billion Rupiah.

Keywords : VECM, VAR, Stationer, Cointegration, Inflation, Interest Rates, Money Supply.

**PERAMALAN DATA DERET WAKTU DENGAN *VECTOR ERROR
CORRECTION MODEL (VECM)***

Oleh

INAS KHALISHAH

Skripsi

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

Pada

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



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PERAMALAN DATA DERET WAKTU
DENGAN *VECTOR ERROR CORRECTION*
MODEL (VECM)**

Nama Mahasiswa : **Inas Khalishah**

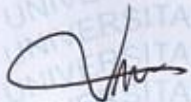
Nomor Pokok Mahasiswa : **1717031076**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing


Drs. Nusyirwan, M.S.i.
NIP.19661010 199203 1 028


Dra. Dorrah Aziz, M.Si.
NIP. 19610128 198811 2 001

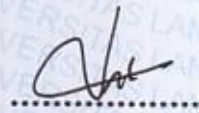
2. Ketua Jurusan Matematika


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

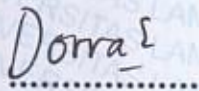
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Drs. Nusyirwan, M.S.i.



Sekretaris : Dra. Dorrah Aziz, M.Si.

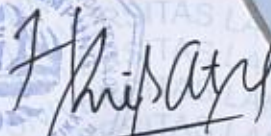


Pembahas : Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.



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 : 13 Juni 2024



PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Inas Khalishah

Nomor pokok Mahasiswa : 1717031076

Jurusan : Matematika

Judul Skripsi : Peramalan Data Deret Waktu dengan *Vector Error Correction Model* (VECM)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 13 Juni 2024

Penulis



Inas Khalishah

NPM. 1717031076

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Inas Khalishah, lahir di Metro pada 22 Februari 1999. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Ibnu Subekti dan Ibu Rokhayati.

Penulis menempuh pendidikan kanak-kanak di TK Pertiwi pada tahun 2003-2005. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SD Xaverius Metro pada tahun 2005-2011. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Metro pada tahun 2011-2014 dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Kota Metro pada tahun 2014-2017.

Penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa Strata Satu (S1) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di beberapa organisasi seperti Generasi Muda Himatika (GEMATIKA) 2017, DPM Universitas Lampung 2019, dan anggota Biro Kesekretariatan di Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) periode 2018.

Pada bulan Januari tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Air Naningan, Kabupaten Tanggamus selama 40 hari sebagai bentuk pengabdian mahasiswa terhadap Tri Dharma Perguruan Tinggi. Kemudian pada bulan Agustus tahun 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Kantor Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Metro sebagai bentuk pengembangan diri sekaligus untuk menerapkan ilmu yang telah didapat selama perkuliahan

KATA INSPIRASI

“Sesungguhnya kehidupan dunia itu hanyalah permainan dan senda gurau, jika kamu beriman serta bertakwa, Allah akan memberikan pahala kepadamu dan Dia tidak akan meminta hartamu”

(QS. Muhammad: 36)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Man Jadda Wa Jadda, bahwa siapa yang bersungguh-sungguh, dia pasti berhasil ”

(Anonim)

“Siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Dia akan membukakan jalan keluar baginya dan memberikan rezeki dari arah yang tidak dia duga. Siapa yang bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupinya. Sesungguhnya Allah lah yang menuntaskan urusannya, sesungguhnya Allah telah mengadakan bagi tiap-tiap suatu ketentuan”

(Ayat 1000 Dinar)

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya. Shalawat beserta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda besar Nabi Muhammad SAW, keluarga, serta sahabat-sahabatnya yang mulia.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada:

Kedua Orang Tua Tercinta

Yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, dan dukungan di setiap langkahku. Terima kasih untuk selalu menjadi rumah untukku dan atas ridho Bapak dan Ibu yang telah memudahkan setiap perjalanan hidupku.

Kakak dan Adik Tersayang

Semoga apa yang telahku lakukan selalu bisa menjadi contoh baik dan motivasi kelak di hidup kalian.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sangat berjasa dalam membimbing, memberikan arahan, motivasi dan ilmu yang bermanfaat.

Sahabat-sahabat Terbaik

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Peramalan Data Deret Waktu dengan *Vector Error Correction Model* (VECM)”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik karena bimbingan, dukungan, saran, serta do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia memberikan arahan, bimbingan, kritik, dan saran bagi penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Dorrah Aziz, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran serta arahan bagi penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran serta evaluasi sehingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Netti Herawati, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikans bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen, Staff, dan Karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Orang tua tercinta Bapak Ibnu Subekti, S.IP. dan Ibu Rokhayati, S.IP., kedua kakak Carissa Rabbanirmala, SST. dan Firman Ardiansyah Putra, S.Tr.Stat., dan adik tersayang Nabil Abid Mahadika, serta seluruh keluarga

besar yang senantiasa memberikan kasih sayang tiada terkira, serta memberikan do'a untuk kesuksesan dan kelancaran proses penelitian penulis.

9. Ria Khafifa, A.Md.Ak. dan Irfan Setiawan, S.M., sebagai teman dekat sekaligus saudara yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan semangat selama masa pengerjaan penelitian ini dan selama masa perkuliahan.
10. Sahabat-sahabat seperjuangan semasa kuliah Indah Suciati, S.Mat., M.Mat., Tri Dewi Cahyani, S.Mat., Dhea Nisa Yustia Rizki, S.Mat., Epmi Annisa, S.Mat., Yustika Dwiani, S.Mat., Nita Veranika, S.Mat., yang siap mendengarkan keluh kesah, memberikan dukungan, motivasi, serta bantuan dalam hal apapun.
11. Sahabat-sahabat semasa sekolah Mutia Rahmatika, A.Md.Ak., Rizkhi Aprilian, S.Ikom., Yustika Dwiani, S.H., dan Ftr. Diah Ayu Vitaloka, S. Kes. yang memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Atina Fariza Aulia, Azzakiah Nupus Octavia, Muhmmad Iqbal, Mayda Lutfiana, Bella Ibnaty Sardio, dan Diah Kusuma Ningsih yang telah saling memberikan bantuan, dukungan, serta motivasi di akhir-akhir masa perkuliahan ini.
13. Teman-teman kelas C angkatan 2017 atas kebersamaan dan kenangan indah selama masa perkuliahan.
14. Teman-teman Mahasiswa Jurusan Matematika Angkatan 2017.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga informasi tambahan, saran, dan kritik untuk pengembangan lebih lanjut sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 13 Juni 2024
Penulis,

Inas Khalishah

DAFTAR ISI

Halaman

I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisis Deret Waktu	4
2.2 Stasioneritas	4
2.3 VAR	6
2.4 VECM.....	7
2.5 Panjang Lag Optimal	8
2.6 Kointegrasi	8
2.7 Uji Stabilitas Model	9
2.8 Kausalitas Granger.....	11
2.9 <i>Impulse Respons Function</i> (IRF) dan <i>Varian Decomposition</i> (VD)...	12
2.10 Peramalan.....	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Peneltian	14
3.2 Data Penelitian	14
3.3 Metode Penelitian	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Uji Stasioneritas Data pada Level dan <i>First Difference</i>	17
4.2 Penentuan Lag Optimum	18
4.3 Uji Stabilitas Model	18
4.4 Uji Kausalitas Granger.....	19
4.5 Uji Kointegrasi	20
4.6 VECM.....	20
4.7 <i>Impulse Respons</i> dan <i>Variance Decomposition</i>	22
4.7.1 <i>Impulse Respons</i>	22
4.7.2 <i>Variance Decomposition</i>	27
4.8 Peramalan	29
V. KESIMPULAN	30

DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Uji Stasioneritas pada Level dan <i>First Difference</i>	17
2. Lag Optimum	18
3. Uji Stabilitas Model	18
4. Uji Kausalitas Granger	19
5. Uji Kointegrasi	19
6. Pemodelan VECM.....	20
7. <i>Variance Decomposition</i> Inflasi.....	27
8. <i>Variance Decomposition</i> Suku Bunga	28
9. <i>Variance Decomposition</i> Jumlah Uang Beredar	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian.....	16
2. <i>Impulse Respons Function</i> Inflasi terhadap Inflasi	23
3. <i>Impulse Respons Function</i> Inflasi terhadap Jumlah Uang Beredar.....	23
4. <i>Impulse Respons Function</i> Inflasi terhadap Suku Bunga	24
5. <i>Impulse Respons Function</i> Jumlah Uang Beredar terhadap Inflasi.....	24
6. <i>Impulse Respons Function</i> Jumlah Uang Beredar terhadap Jumlah Uang Beredar	25
7. <i>Impulse Respons Function</i> Jumlah Uang Beredar terhadap Suku Bunga	25
8. <i>Impulse Respons Function</i> Suku Bunga terhadap Inflasi	26
9. <i>Impulse Respons Function</i> Suku Bunga terhadap Jumlah Uang Beredar	26
10. <i>Impulse Respons Function</i> Suku Bunga terhadap Suku Bunga	27

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki laju pertumbuhan ekonomi yang sering berubah dikarenakan berbagai faktor. Sehingga hal tersebut akan sangat berpengaruh terhadap tingkat kestabilan kegiatan perekonomian Indonesia kestabilan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk mengetahui tingkat kestabilan perekonomian suatu negara , yaitu pertumbuhan ekonomi, tidak terdapat angka pengangguran yang tinggi serta tingkat harga barang dan jasa yang perubahannya tidak terlalu berarti yang dapat diketahui melalui laju inflasi (Langi, 2014).

Inflasi merupakan salah satu faktor penting dalam perekonomian. Secara teoritis inflasi dapat diartikan sebagai meningkatnya harga barang dan jasa secara keseluruhan dan terjadi terus-menerus. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat inflasi di Indonesia ialah suku bunga dan jumlah uang beredar.

Untuk mengetahui adanya korelasi antara inflasi, suku bunga, dan jumlah uang beredar maka peneliti melakukan pengamatan terhadap ketiga variabel tersebut. Nilai inflasi, suku bunga, dan jumlah uang beredar dapat diperoleh pada setiap periode waktu tertentu. Dapat dikatakan bahwa terdapat kumpulan data dari nilai ketiga variabel tersebut pada periode waktu tertentu. Oleh karena itu, salah satu metode statistika yang dapat digunakan ialah analisis deret waktu.

Dalam analisis deret waktu dengan beberapa variabel (*multivariate*) terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan, yaitu analisis *Vector Autoregressive* (VAR) dan *Vector Error Correction Model* (VECM).

Secara umum model VAR dapat menjelaskan hubungan kausalitas antar variabel. Model VAR memiliki syarat bahwa data yang digunakan harus stasioner pada level ataupun *differencing*. Tetapi apabila data bersifat stasioner setelah dilakukan *differencing* pada order yang sama dan apabila terbukti terdapat kointegrasi antar beberapa variabel minimal dengan rank satu maka model yang digunakan ialah *Vector Error Correction Model* (VECM). VECM juga dapat menjelaskan dampak dari suatu variabel terhadap variabel lainnya dengan melihat *Impulse Respon Function* (Warsono, dkk., 2019).

Terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang peramalan dengan VECM di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Lexy Janzen Sinay (2014) mengenai pemodelan hubungan antar variabel dan peramalan dengan VECM pada variabel inflasi, BI rate, dan kurs dolar Amerika Serikat. Penelitian oleh Wisnu, dkk (2016) mengenai pemodelan IHSG dengan variabel yang mempengaruhinya dan melakukan peramalan 3 periode selanjutnya pada data IHSG. Penelitian oleh Ni Luh, dkk (2020) mengenai hubungan jangka panjang maupun jangka pendek yang mempengaruhi IHSG dan menentukan hasil peramalannya.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang peramalan antar inflasi, suku bunga, dan jumlah uang beredar menggunakan VECM.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai peramalan antara Inflasi, Suku Bunga, dan Jumlah Uang Beredar pada periode selanjutnya dengan melakukan peramalan menggunakan VECM.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberi informasi tentang peramalan dengan pendekatan VECM yang dapat dijadikan sebagai referensi analisis pada data deret waktu, khususnya mengenai peramalan dengan VECM.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Deret Waktu

Analisis deret waktu merupakan rangkaian pengamatan yang didapatkan berdasar urutan periode waktu tertentu. Setiap pengamatan dinyatakan sebagai variabel X_t yang didapatkan berdasar periode waktu tertentu (t_i). Sedangkan deret waktu merupakan suatu himpunan pengamatan yang didapatkan pada titik waktu yang berbeda dengan selang waktu yang sama dan barisan data diasumsikan mempunyai hubungan satu sama lain (Box dan Jenkins, 1994).

Model deret waktu terbagi menjadi dua jenis berdasar banyaknya variabel yang digunakan, yaitu model deret waktu univariat dan multivariat. Deret waktu univariat hanya mempunyai satu variabel sedangkan deret waktu multivariat mempunyai lebih dari satu variabel (Wei, 2006).

2.2 Stasioneritas

Stasioneritas dapat berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang signifikan pada suatu data. Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan atau dapat dikatakan stabil, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi data tersebut (Makridakis, 1995).

Suatu data dikatakan stasioner jika memenuhi 3 kriteria, yaitu sebagai berikut :

$$1. E(X_t) = \mu \text{ konstan untuk semua } t \quad (2.1)$$

$$2. \text{Var}(X_t) = \sigma^2 \text{ konstan untuk semua } t \quad (2.2)$$

$$3. \text{Cov}(X_t, X_{t-k}) = \gamma_k \text{ konstan untuk semua } t \text{ dan } k \neq 0 \quad (2.3)$$

Stasioneritas data ada dua macam, yaitu:

1. Stasioneritas dalam rata-rata
2. Stasioneritas dalam ragam

Data deret waktu dapat dikatakan stasioner atau stabil apabila data tersebut tidak mengandung akar-akar unit (*unit root*). Stasioneritas data dapat dilihat melalui pengujian secara visual dan pengujian secara formal, yaitu menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Ilustrasi pengujian secara formal untuk melihat terdapat atau tidaknya akar unit, dapat dijelaskan dengan model berikut:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) akan mengandung permasalahan akar unit apabila nilai $\rho = 1$, persamaan (2.4) dapat ditulis dalam bentuk lain, yaitu dengan mengurangi Y_{t-1} pada kedua ruas sehingga akan terbentuk persamaannya sebagai berikut:

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + e_t \quad (2.5)$$

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + e_t$$

atau dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut:

$$\Delta Y_t = \beta Y_{t-1} + e_t \quad (2.6)$$

Apabila nilai $\beta = 0$ atau $\rho = 1$ berarti dapat dikatakan bahwa data tidak stasioner.

Dimana $\beta = \rho - 1$ yang merupakan bentuk perbedaan pertama (*first difference*)

dan ΔY_t perbedaan nilai Y pada periode ke-t dengan nilai Y pada periode ke-t-1.

Hipotesis yang digunakan untuk uji akar unit adalah sebagai berikut:

a) Hipotesis

$H_0 : \beta = 0$ (terdapat akar unit atau data tidak stasioner)

$H_1 : \beta < 0$ (tidak terdapat akar unit atau data stasioner)

b) Statistik Uji

$$ADF = \tau = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})}$$

c) Kriteria

Jika nilai statistik dari ADF atau τ memiliki nilai lebih besar daripada nilai daerah kritis atau jika p-value $< \alpha$, maka H_0 ditolak atau dapat dikatakan bahwa tidak terdapat akar unit atau data stasioner.

2.3 VAR

Model VAR pertama kali diperkenalkan oleh C.A. Sims (1972) sebagai pengembangan dari pemikiran Granger (1969). Granger menyatakan bahwa apabila dua variabel, misalkan x dan y memiliki hubungan kausal, yaitu variabel x mempengaruhi variabel y maka informasi variabel x pada periode sebelumnya dapat digunakan untuk memprediksi variabel y. Sebagai bagian dari ekonometrika, VAR termasuk kedalam pembahasan *multivariate time series*.

Menurut Gujarati (2004), ada beberapa keunggulan dari analisis VAR, salah satu keunggulannya adalah bahwa model VAR merupakan model yang sederhana, peneliti tidak perlu menentukan antara variabel endogen dan variabel eksogen karena semua variabel dalam VAR merupakan variabel endogen. Hasil peramalan dengan model VAR pada banyak kasus lebih baik dibandingkan dengan hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan model persamaan simultan yang kompleks.

Pembentukan model VAR dibagi menjadi 3 level kategori stasioneritas, yaitu sebagai berikut:

1. Jika data stasioner pada tingkat level (data asli) maka model yang digunakan adalah VAR.

2. Jika data tidak stasioner dalam level tetapi stasioner dalam *first difference* (*differencing* pertama) maka harus dilakukan uji kointegrasi untuk mengetahui apakah mempunyai hubungan jangka panjang atau tidak. Apabila terdapat hubungan jangka panjang maka model yang digunakan adalah *Vector Error Correction Model* (VECM).
3. Jika tidak terdapat hubungan jangka panjang maka model yang digunakan adalah model *VAR Difference* (VARD).

2.4 VECM

VECM disebut juga model VAR yang terestriksi, restriksi tambahan ini diberikan karena data bersifat tidak stasioner pada level dan terdapat satu atau lebih hubungan kointegrasi (Sianipar, Suciptawati, dan Dharmawan, 2016).

Analisis *Vector Error Correction Model* (VECM) dilakukan apabila suatu data deret waktu telah terbukti terdapat hubungan kointegrasi dan data stasioner pada *first difference*. Jika data stasioner pada derajat level maka model VAR adalah unrestricted VAR (model biasa) dan tidak perlu dilakukan uji kointegrasi.

VECM dapat digunakan untuk mengetahui tingkah laku jangka pendek dari suatu variabel terhadap nilai jangka panjangnya. VECM juga digunakan untuk menghitung hubungan jangka pendek antar variabel melalui koefisien standar dan mengestimasi hubungan jangka panjang dengan menggunakan lag residual dari regresi yang terkointegrasi. *Vector Error Correction Model* (VECM) merupakan model turunan dari *Vector Autoregression* atau disebut dengan VAR yang terestriksi. Perbedaan antara VAR dengan VECM terdapat hubungan kointegrasi antara masing-masing variabel yang menunjukkan hubungan dalam jangka panjang. VECM juga sering disebut sebagai desain VAR bagi data deret waktu yang non stasioner atau dalam derajat *difference* yang memiliki hubungan kointegrasi.

2.5 Panjang Lag Optimal

Penentuan panjang lag optimal sangat diperlukan dalam VECM. Panjang lag yang optimum dapat memanfaatkan beberapa informasi, yaitu dengan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Schwarz Criterion* (SC).

Apabila menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Schwarz Criterion* (SC) maka rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\ln (\text{AIC}) = \ln \frac{\sum \hat{u}_t^2}{n} + \frac{2k}{n} \quad (2.7)$$

dan

$$\ln (\text{SC}) = \ln \frac{\sum \hat{u}_t^2}{n} + \frac{k}{n} I (n) \quad (2.8)$$

dimana:

\hat{u}_t^2 = jumlah dari residual kuadrat

k = jumlah variabel bebas

n = jumlah observasi

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan panjang lag optimal, yakni apabila lag optimal terlalu pendek maka terdapat kemungkinan bahwa tidak dapat menjelaskan kedinamisan model secara menyeluruh. Namun apabila lag optimal terlalu panjang maka nilai derajat kebebasan akan semakin kecil (Basuki, 2015).

2.6 Kointegrasi

Uji kointegrasi dilakukan sebelum membentuk model VECM. Kointegrasi digunakan untuk mengetahui keseimbangan jangka panjang antara variabel. Adapun persamaan jangka panjang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Y = C + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (2.9)$$

dimana:

- Y = variabel dependen
- X = variabel independen
- C = konstanta
- β = koefisien variabel independen
- ε = residual

Apabila tidak terdapat hubungan kointegrasi, maka analisis dilakukan dengan metode VAR *difference* dan apabila terdapat hubungan kointegrasi, maka analisis dilakukan dengan VECM.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam uji kointegrasi adalah Uji Johansen (Widarjono, 2007),. Hipotesis yang digunakan untuk uji akar unit adalah sebagai berikut:

- a) Hipotesis
 - H_0 : tidak terdapat kointegrasi
 - H_1 : terdapat kointegrasi
- b) Statistik Uji
 - p-value* dengan $\alpha = 5\%$
- c) Kriteria
 - Jika nilai *p-value* $< \alpha$, maka H_0 ditolak atau dapat dikatakan bahwa terdapat kointegrasi. Dan jika nilai *p-value* $> \alpha$, maka H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak terdapat kointegrasi.

2.7 Uji Stabilitas Model

Stabilitas model VAR dapat dilihat dari nilai inverse akar-akar karakteristik AR polinomialnya (Arsana, 2006),. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai modulus pada tabel akar AR. Jika semua nilai akar AR kurang dari satu maka model VAR tersebut stabil dan sebaliknya, apabila nilai akar AR lebih dari satu maka model VAR tersebut tidak stabil.

Uji stabilitas penting dilakukan sebelum analisis *Impulse Response Function* (IRF) dan *Variance Decomposition* (VD). Jika model VAR tidak stabil maka hasil analisis *Impulse Response Function* (IRF) dan *Variance Decomposition* (VD) menjadi tidak valid. Berikut ini merupakan uraian dari Lütkepohl (2005) dimana model VAR(p) dapat dituliskan:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.10)$$

Apabila dilakukan pada periode waktu tertentu, misalkan saat t ($t=1$ dan $t=2$) maka akan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_1 &= c + \phi_1 Y_0 + \varepsilon_1 \\ Y_2 &= c + \phi_1 Y_1 + \varepsilon_2 \\ &= c + \phi_1 (c + \phi_1 Y_0 + \varepsilon_1) + \varepsilon_2 \\ &= (I_k + \phi_1) c + \phi_1^2 Y_0 + \phi_1 \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ Y_t &= (I_k + \phi_1 + \dots + \phi_1^{t-1}) c + \phi_1^t Y_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \phi_1^i \varepsilon_{t-i} \end{aligned} \quad (2.11)$$

Dari persamaan (2.11) dapat diketahui bahwa vektor (Y_1, \dots, Y_t) ditentukan oleh (Y_0, Y_1, \dots, Y_t) dan distribusi bersama dari (Y_1, \dots, Y_t) ditentukan oleh distribusi bersama dari (Y_0, Y_1, \dots, Y_t) . Dari persamaan VAR(1) maka didapatkan:

$$\begin{aligned} Y_t &= c + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \\ &= (I_k + \phi_1 + \dots + \phi_1^j) c + \phi_1^{j+1} Y_{t-j-1} + \sum_{i=0}^j \phi_1^i \varepsilon_{t-i} \end{aligned} \quad (2.12)$$

Apabila semua nilai eigen dari ϕ_1 memiliki nilai modulus lebih kecil dari 1 maka model Y_t merupakan proses stokastik yang didefinisikan sebagai berikut:

$$Y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_1^i \varepsilon_{t-i}, \quad t = \dots, -1, 0, 1, \dots \quad (2.13)$$

dimana:

Y_t = elemen vektor y pada waktu t berukuran $n \times 1$

ϕ_i = matriks berukuran $n \times n$ yang merupakan koefisien dari vektor Y_{t-1} ,

untuk $i = 1, 2, \dots, p$

$$\mu = (I_k + \phi_1)^{-1} v$$

Sehingga persamaan Y_t dikatakan stabil apabila

$$\det(I_{KP} - \Phi_z) \neq 0 \text{ untuk } |z| \leq 1$$

Definisi dari karakteristik polynomial pada matriks disebut dengan karakteristik polinomial dari proses VAR(p), sehingga persamaan (2.10) dapat dikatakan stabil apabila:

$$\det(I_{KP} - \Phi_z) = \det(I_K - \Phi_p z^p) \quad (2.14)$$

2.8 Kausalitas Granger

Uji kausalitas granger bertujuan untuk mengetahui apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah, hanya satu arah saja atau tidak mempunyai hubungan sama sekali (Pratomo, 2007),. Dengan menggunakan uji kausalitas granger maka hasil estimasi akan menunjukkan kemungkinan-kemungkinan sebagai berikut.

1. Hubungan kausalitas satu arah dari variabel satu terhadap variabel lainnya, dan sebaliknya disebut dengan *unidirectional causality*.
2. Kausalitas dua arah atau sering mempengaruhi disebut dengan *bidirectional causality*.
3. Tidak terdapat hubungan saling ketergantungan disebut dengan *no causality*.

Hipotesis yang digunakan untuk melakukan Uji Kausalitas Granger adalah sebagai berikut:

a) Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat hubungan kausalitas antar variabel

H_1 : Terdapat hubungan kausalitas antar variabel

b) Statistik Uji

p-value dengan $\alpha = 5\%$

c) Kriteria

Jika nilai $p\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak atau dapat dikatakan bahwa terdapat kausalitas antar variabel. Dan jika nilai $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak terdapat kausalitas antar variabel.

2.9 *Impulse Respon Function (IRF) dan Varian Decomposition (VD)*

Penelusuran pengaruh guncangan sebesar satu standar deviasi yang dialami oleh satu variabel dalam sistem terhadap nilai-nilai semua variabel saat ini dan beberapa periode yang akan datang disebut sebagai teknik *Impulse Response Function (IRF)*. *Impulse Response Function (IRF)* digunakan untuk melihat respon satu variabel terhadap guncangan yang diberikan oleh variabel yang lain pada periode sekarang dan periode yang akan datang (Hillmer, 1991).

Variance decomposition adalah suatu perangkat pada model VECM yang berguna untuk mengukur perkiraan *varian error* suatu variabel, yaitu sebesar kemampuan satu variabel dalam memberikan penjelasan pada variabel lainnya atau pada variabel itu sendiri. *Variance Decomposition (VD)* menggambarkan bagaimana relatif penting dari masing-masing variabel yang memiliki kontribusi persentase varian dalam setiap variabel yang disebabkan perubahan variabel-variabel terkait pada model VECM (Widarjono, 2007).

2.10 Peramalan

Peramalan merupakan suatu usaha untuk memprediksi keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Dapat dikatakan hakikat dari peramalan adalah memperkirakan peristiwa dengan melibatkan data masa lalu dan meletakkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis.

Peramalan pada umumnya digunakan untuk menaksirkan hal yang kemungkinan besar akan terjadi sehingga dapat disimpulkan bahwa peramalan adalah asumsi mengenai sesuatu hal yang belum tentu terjadi. Masalah peramalan sering diklasifikasikan menjadi jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang. Masalah ramalan jangka pendek melibatkan prediksi kejadian hanya untuk beberapa periode waktu di masa depan.

Prakiraan jangka menengah meluas dari 1 hingga 2 tahun ke depan, dan masalah prakiraan jangka panjang dapat melampaui itu selama bertahun-tahun. Oleh karena itu, perlu adanya keputusan yang matang dalam menentukan jangka waktu yang ingin dicapai dalam sebuah peramalan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2023/2024 dan bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

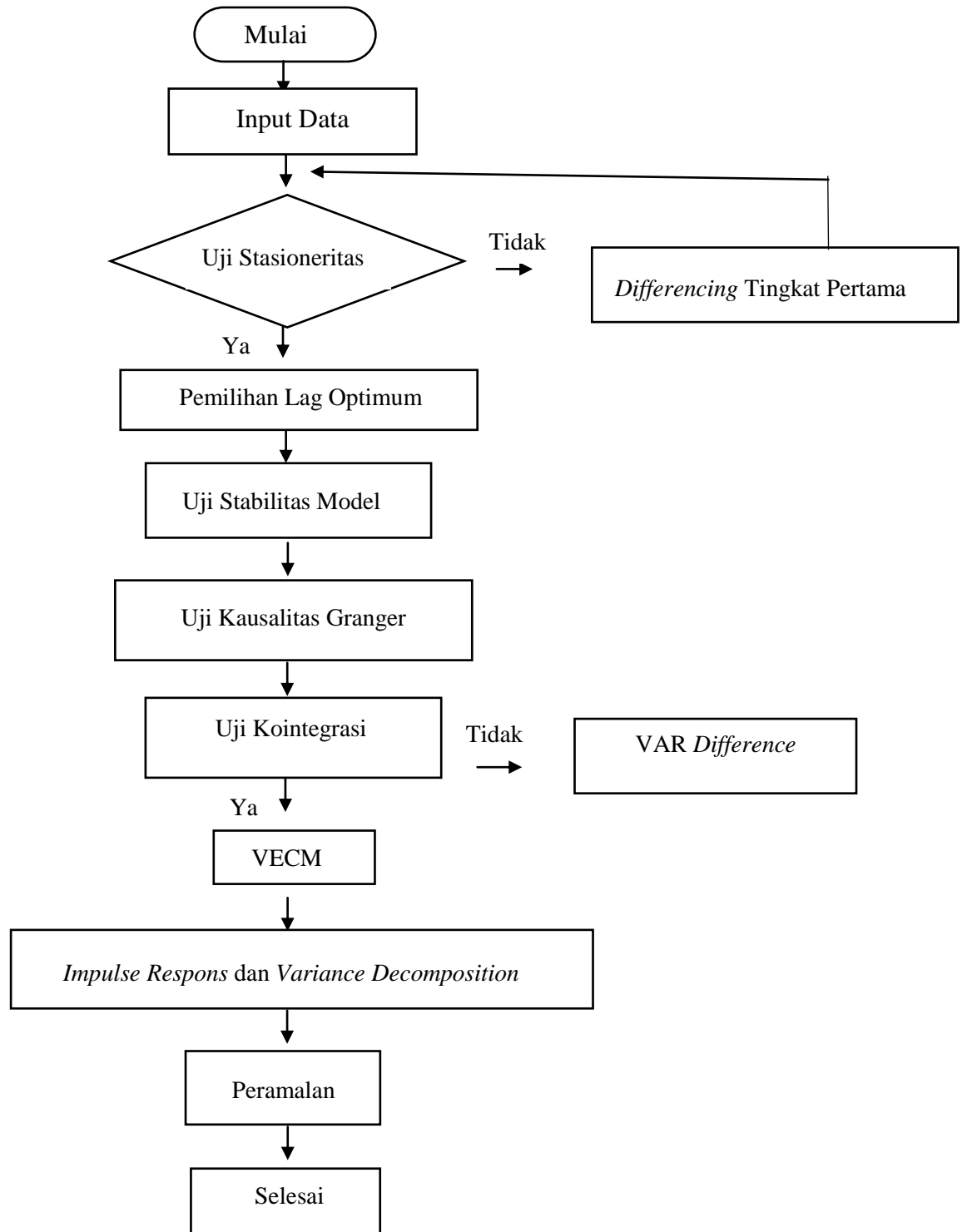
Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari *website* BPS dan Bank Indonesia (BI) mengenai Tingkat Inflasi, Suku Bunga, dan Jumlah Uang Beredar periode Januari 2014 sampai dengan Juni 2023.

3.3 Metode Penelitian

Proses analisis data dilakukan dengan menggunakan *software e-views* untuk memudahkan peneliti dalam mengolah data dengan metode VECM. Adapun tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan data deret waktu yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Pengujian kestasioneran data menggunakan Uji Augmented Dickey Fuller.
3. Jika data tidak stasioner pada level yang sama maka dilakukan *differencing* tingkat pertama.

4. Penentuan panjang lag optimum untuk melihat pengaruh terhadap suatu variabel oleh variabel lain pada periode sebelumnya.
5. Melakukan uji stabilitas model.
6. Melakukan Uji Kausalitas Granger untuk melihat hubungan antar variabel.
7. Pengujian terhadap data yang sudah terdiferensiasi apakah data saling berkointegrasi atau tidak menggunakan Uji Kointegrasi Johansen.
8. Pemodelan VECM.
9. Analisis *Impulse Response Function* (IRF) dan *Varian Decomposition* (VD).
10. Peramalan.
11. Menarik kesimpulan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian analisis pada hasil dan pembahasan penelitian ini, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa peramalan periode selanjutnya untuk nilai inflasi, suku bunga, dan jumlah uang beredar dengan menggunakan VECM, yaitu peramalan pada bulan Juli 2023 memiliki nilai peramalan inflasi sebesar 3.2%, nilai peramalan suku bunga sebesar 5,6%, dan nilai peramalan jumlah uang beredar sebesar 865396 Milyar Rupiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, I. G. P. 2006. *Vector Auto Regressive*. Laboratorium Komputasi Ilmu Ekonomi FEUI. Universitas Indonesia, Depok.
- Basuki, A.T. 2015. *Ekonometrika Teori dan Aplikasi*. Mitra Aksara Mulia, Yogyakarta.
- Box, G.E.P and G.M. Jenkins. 1994. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Third Edition. Prentice Hall: New Jersey.
- Gujarati, D.N. 2004. *Basic Econometric*. Jakarta: Erlangga.
- Hillmer, S.C. 1991. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*, J. Am.Stat. Assoc, vol. 86, no.413, pp.245-247.
- Langi, T. M. 2014. Analisis Pengaruh Suku Bunga BI, Jumlah Uang Beredar dan Tingkat Kurs terhadap Tingkat Inflasi di Indonesia. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Makridakis. 1995. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Erlangga, Jakarta.
- Sianipar, M., Suciptawat i, N. P., & Dharmawan, K. 2016. Analisis Hubungan Pendapatan Wisatawan dan Harga Pariwisata terhadap Permintaan Pariwisata dengan VECM. *Jurnal Matematika*. 5(2), pp.44-51.
- Warsono, dkk. 2019. *Vector autoregressive with exogenous variable model and its application in modeling and forecasting energy data : case study of PTBA and HRUM energy*. International journal of energy economics and policy. 9(2); 390-398.
- Wei, W.W. 2006. *Time Series Abalysis : Univariate and Multivariate Methods (2nd ed)*. Pearson, New York.

Widarjono, A. 2007. *Ekonometrika Teori dan Aplikasi*. Ekonisia FE UII. Yogyakarta.