ANALISIS HUBUNGAN CURAH HUJAN, KECEPATAN ANGIN, KELEMBAPAN UDARA, DAN SUHU UDARA MENGGUNAKAN *BAYESIAN VECTOR AUTOREGRESSIVE*

PUTRI ROMANDA
NIM.H1011211040

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

ANALISIS HUBUNGAN CURAH HUJAN, KECEPATAN ANGIN, KELEMBAPAN UDARA, DAN SUHU UDARA MENGGUNAKAN *BAYESIAN VECTOR AUTOREGRESSIVE*

PUTRI ROMANDA
NIM H1011211040

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Matematika pada Program Studi Matematika

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Analisis Hubungan Curah Hujan, Kecepatan Angin, Kelembapan Udara, dan Suhu Udara Menggunakan *Bayesian Vector Autoregressive*
Nama Mahasiswa	:	Putri Romanda
NIM	:	H1011211040
Jurusan/Program Studi	:	Matematika
Tanggal Lulus	:	
SK Pembimbing	:	No. /Tanggal
SK Penguji	:	No. /Tanggal

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs. Helmi, M.Si	Nur'ainul Miftahul Huda, S.Si., M.Si
NIP. 196410171998021001	NIP. 199411142020122014

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Meliana Pasaribu, M.Sc	Dr. Yundari, M.Sc
NIP. 198710192019032006	NIP. 198310202008012012
Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Drs. Helmi, S.Si., M.Si	Nur'ainul Miftahul Huda, S.Si., M.Si
NIP. 196410171998021001	NIP. 199411142020122014

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Pof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 198708022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Romanda

NIM : H1011211040

Program Studi/Jurusan : Matematika/Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Januari 2025

Putri Romanda

NIM. H1011211040

Analisis Hubungan Curah Hujan, Kecepatan Angin, Kelembapan Udara, dan Suhu Udara Menggunakan *Bayesian Vector Autoregressive*

Abstrak

Curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara merupakan variabel penting dalam sistem iklim yang saling memengaruhi secara dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan dinamis antara curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara serta membandingkan model *Vector Autoregressive* (VAR) dan *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR). Tahapan analisis diawali dengan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) untuk menguji stasioneritas data. Selanjutnya, panjang *lag* optimal ditentukan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC), kemudian dilakukan uji kointegrasi untuk mengidentifikasi adanya hubungan jangka panjang antar variabel. Model VAR dan BVAR kemudian diestimasi untuk menangkap pola hubungan dinamis antar variabel. Perbandingan kedua model dilakukan berdasarkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) guna menentukan model yang lebih akurat. Selain itu, uji kausalitas Granger juga diterapkan untuk mengevaluasi hubungan prediktif antar variabel iklim. Hasil menunjukkan bahwa model BVAR lebih akurat dibandingkan VAR yang ditunjukkan dengan nilai MAPE yang lebih rendah. Uji kausalitas Granger mengungkapkan bahwa kecepatan angin dapat digunakan untuk memprediksi kelembapan udara, tetapi tidak sebaliknya. Temuan ini menegaskan keunggulan BVAR dalam peramalan variabel iklim dan pemahaman hubungan prediktif antar variabel.

Kata kunci: sistem iklim, model peramalan, estimasi parameter, kausalitas searah

Analyzing the Relationship between Rainfall, Wind Speed, Air Humidity, and Air Temperature Using Bayesian Vector Autoregressive

Abstract

Rainfall, wind speed, humidity, and air temperature are important variables in the climate system that influence each other dynamically. This study aims to analyze the dynamic relationship between rainfall, wind speed, humidity, and air temperature and compare the Vector Autoregressive (VAR) and Bayesian Vector Autoregressive (BVAR) models. The analysis stage begins with the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test to test data stationarity. Next, the optimal lag length is determined using the Akaike Information Criterion (AIC), then a cointegration test is conducted to identify the existence of a long-term relationship between variables. VAR and BVAR models are then estimated to capture the dynamic relationship patterns between variables. Comparison of the two models is done based on Mean Absolute Percentage Error (MAPE) to determine the more accurate model. In addition, the Granger causality test is also applied to evaluate the predictive relationship between climate variables. The results show that the BVAR model is more accurate than the VAR as indicated by the lower MAPE value. The Granger causality test revealed that wind speed can be used to predict air humidity, but not vice versa. This finding confirms the superiority of BVAR in forecasting climate variables and understanding the predictive relationships between variables.

Keywords*: climate system, forecasting model, parameter estimation, unidirectional causality*

PRAKATA

Segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. dengan segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Hubungan Curah Hujan, Kecepatan Angin, Kelembapan Udara, dan Suhu Udara Menggunakan Bayesian Vector Autoregressive" sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang studi sarjana pada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak. Penulis menyadari bahwa selama proses penulisan skripsi ini banyak masukan dan dorongan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta beserta keluarga besar yang memberikan doa, dukungan bantuan material maupun non material selama perkuliahan sehingga menjadi semangat penulis untuk berjuang menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Helmi, M.Si selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan serta arahan yang sangat berharga selama proses penulisan skripsi ini.
3. Ibu Nur'ainul Miftahul Huda, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh dosen Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang sudah membimbing, mendidik, dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
5. Sahabat penulis yang selalu memberikan bantuan, dukungan, dan saran kepada penulis selama proses perkuliahan dan skripsi ini.

Pontianak, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Abstrak ..... **i**

Abstract ..... **ii**

PRAKATA ..... **iii**

DAFTAR ISI ..... **iv**

DAFTAR GAMBAR ..... **vi**

DAFTAR TABEL ..... **vii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **viii**

DAFTAR SIMBOL ..... **ix**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Batasan Masalah 5

1.5 Tinjauan Pustaka 5

1.6 Metodologi Penelitian 6

BAB II LANDASAN TEORI **10**

2.1 Analisis Deret Waktu 10

2.2 Kestasioneran Deret Waktu 11

2.3 Penentuan *Lag* Optimal 13

2.4 Uji Kointegrasi 14

2.5 *Vector Autoregressive* (VAR) 15

2.6 *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR) 16

2.6 Uji Kausalitas Granger 18

2.7 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 20

BAB III ANALISIS HUBUNGAN ELEMEN CUACA MENGGUNAKAN *BAYESIAN VECTOR AUTOREGRESSIVE* 21

3.1 Deskripsi Data 21

3.2 Uji Stasioneritas..... 23

3.3 Penentuan *Lag* Optimal 26

3.4 Uji Kointegrasi 30

3.5 Estimasi Model VAR 31

3.6 Estimasi Model BVAR..... 33

3.7 Penentuan Model Terbaik..... 36

3.8 Uji Kausalitas Granger 37

BAB IV PENUTUP 41

4.1 Kesimpulan..... 41

4.1 Saran..... 41

DAFTAR PUSTAKA 42

LAMPIRAN.....44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Flowchart* Metode *BayesianVector Autoregressive* (BVAR) 9
Gambar 3.1 Plot Data Curah Hujan, Kecepatan Angin, Kelembapan Udara, dan Suhu Udara..... 23
Gambar 3.2 Plot Data Setelah *Differencing* 25

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Statistik Deskriptif Cuaca di Kabupaten Sintang 21
Tabel 3.2 Hasil Uji Stasioneritas Data masing-masing Variabel 24
Tabel 3.3 Hasil Uji Stasioneritas Data pada First Difference 24
Tabel 3.4 Hasil Uji Kointegrasi 31
Tabel 3.5 Hasil Estimasi Model VAR 32
Tabel 3.6 Hasil Estimasi Model Bayesian VAR 34
Tabel 3.7 Hasil MAPE Berdasarkan Model VAR dan BVAR 37
Tabel 3.8 Hasil Uji Kausalitas Granger Masing-masing Variabel 38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Periode Januari 2021 hingga November 2024 44
Lampiran 2 Uji Stasioneritas..... 46
Lampiran 3 Penentuan *Lag* Optimal 48
Lampiran 4 Uji Kointegrasi..... 48
Lampiran 5 Estimasi Model *Vector Autoregressive* (VAR) 49
Lampiran 6 Estimasi Model *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR) 49
Lampiran 7 Uji Kausalitas Granger..... 50
Lampiran 9 Hasil Estimasi Model..... 52

DAFTAR SIMBOL

Z_t	: pengamatan pada periode waktu ke-t
Z_{t-1}	: pengamatan pada periode waktu ke-$(t-1)$
∇Z_t	: data hasil *differencing* pertama pada periode waktu ke-t
∇Z_{t-1}	: data hasil *differencing* pertama pada periode waktu ke-$(t-1)$
$\nabla^2 Z_t$	: data hasil *differencing* kedua pada periode waktu ke-t
$\lvert\Sigma\rvert$	: determinan dari matriks varian-kovarian residual (kesalahan)
$\ln\lvert\Sigma\rvert$	: logaritma natural dari determinan dari matriks varian-kovarian residual (kesalahan)
n	: jumlah variabel yang diestimasi
p	: panjang *lag*
T	: jumlah observasi yang digunakan
$\widehat{\lambda_i}$	: nilai eigen terbesar ke-i dari matriks π
I	: matriks identitas
y_t	: vektor berukuran $n \times 1$ yang merepresentasikan nilai dari n variabel dalam model VAR pada waktu *t*.
y_{t-1}	: vektor berukuran $n \times 1$ yang berisi nilai n variabel dalam model VAR *lag* ke- *i* pada waktu $t-1$ (periode sebelum t) untuk setiap $i1,2,\ldots,p$

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan iklim tropis sangat dipengaruhi oleh variabilitas cuaca dan iklim (Setiawan, 2012). Salah satu daerah yang mengalami dampak dari variabilitas ini adalah Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat yang memiliki kondisi geografis khas dan menyebabkan variasi elemen meteorologi seperti curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara. Elemen-elemen ini saling berinteraksi dan berperan penting dalam berbagai aspek seperti sektor pertanian, perkebunan, serta mitigasi bencana. Curah hujan menentukan ketersediaan air, sementara kecepatan angin memengaruhi distribusi uap air dan pola cuaca lokal (Amri et al., 2013). Selain itu, kelembapan udara berpengaruh pada kenyamanan lingkungan dan pertumbuhan tanaman (Butarbutar, 2012), sedangkan suhu udara berhubungan dengan aktivitas manusia dan cuaca ekstrem (Widyaningsih et al., 2023).

Variabilitas cuaca yang terjadi di Kabupaten Sintang mencerminkan bagaimana kondisi atmosfer di wilayah tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor. Perubahan yang terjadi dapat membentuk pola tertentu yang memengaruhi lingkungan dan aktivitas masyarakat. Oleh karena itu, studi mengenai hubungan antar elemen meteorologi menjadi penting untuk memahami dinamika cuaca secara lebih mendalam. Pemanfaatan data meteorologi dari BMKG Kabupaten Sintang memungkinkan analisis yang lebih akurat dalam mengidentifikasi tren iklim serta potensi perubahan cuaca di masa mendatang. Informasi ini dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan di berbagai sektor, seperti mitigasi bencana dan perencanaan pertanian, guna meningkatkan ketahanan terhadap kondisi cuaca yang berubah-ubah (BMKG, 2023).

Curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara merupakan data deret waktu (*time series*). Deret waktu adalah serangkaian pengamatan terhadap nilai-nilai pada suatu variabel dalam waktu yang berbeda. Data tersebut dapat dikumpulkan pada interval waktu yang teratur, seperti harian,

migguan, bulanan, tahunan (Gujarati, 2013). Data deret waktu cenderung memiliki pola yang berulang, dimana periode pada masa lalu akan terulang kembali dimasa sekarang atau masa depan. Analisis deret waktu dapat digunakan untuk menganalisis data yang terdiri dari satu variabel (*univariate*) dan data yang terdiri lebih dari satu variabel (*multivariate*). Salah satu model yang sering digunakan untuk menganalisis deret waktu multivariat adalah model VAR (Sumarjaya et al., 2021). Keunggulan dari model VAR adalah tidak perlu menentukan antara variabel independen dan variabel dependen. Namun, tantangan dalam model VAR adalah pemilihan *lag* yang tepat. *Lag* dalam model VAR merujuk pada jumlah periode keterlambatan yang dimasukkan dalam model untuk menangkap hubungan dinamis antara variabel. Pemilihan *lag* yang tepat sangat penting karena *lag* yang terlalu pendek dapat menyebabkan informasi yang relevan terabaikan, sementara *lag* yang terlalu panjang dapat meningkatkan jumlah parameter secara berlebihan yang berisiko menyebabkan *over-parameterization*. (Gujarati, 2013).

Model VAR tidak bisa menjamin keakuratan estimasi dan prediksi parameter. Oleh karena itu, berkembanglah model *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR) dengan memasukkan prior Bayesian ke dalam model VAR untuk mengurangi jumlah parameter yang akan diestimasi, sehingga mengatasi masalah *overfitting* model dan *over-parameterization*. Bukti empiris menunjukkan bahwa model BVAR memiliki akurasi perkiraan yang lebih baik (Sari, 2019). Keunggulan utama dalam model BVAR adalah mengatasi *over-parameterization* yang sering terjadi pada VAR dengan jumlah variabel dan *lag* yang besar. Dengan menerapkan prior Bayesian, model ini membatasi nilai parameter agar lebih stabil, sehingga dapat meningkatkan akurasi peramalan, terutama dalam *dataset* dengan observasi terbatas. Selain itu, model ini memberikan hasil pendugaan yang lebih baik daripada pendugaan dalam model VAR. Karena di dalam model VAR dalam pendugaan parameternya hanya berdasarkan informasi dari data sampel, dimana ukuran sampel sangat berpengaruh terhadap hasil pendugaan (Ambarita et al., 2023).

Untuk memahami hubungan antara curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara, model *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR)

dipilih karena kemampuannya dalam menangani ketidakpastian data serta memberikan estimasi yang lebih stabil dan akurat (Koop & Korobilis, 2009). Berbeda dengan model VAR yang rentan terhadap *overfitting* akibat jumlah parameter yang besar, BVAR mengatasi masalah ini dengan menerapkan distribusi prior pada parameter, sehingga estimasi menjadi lebih *robust* meskipun jumlah observasi terbatas. Selain itu, BVAR mampu menangkap hubungan dinamis antar variabel secara simultan, memungkinkan analisis kausalitas dan interaksi jangka panjang dengan mempertimbangkan ketidakpastian struktural, seperti perubahan pola cuaca akibat faktor eksternal. Dengan model ini, pola interaksi antara curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara dapat dimodelkan secara lebih komprehensif yang diharapkan dapat memberikan wawasan dalam pengelolaan risiko iklim serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data di Kabupaten Sintang. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis hubungan antar variabel meteorologi tersebut menggunakan BVAR untuk memahami dinamika serta pengaruhnya terhadap kondisi iklim lokal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan model yang optimal antara model VAR dan model BVAR?
2. Bagaimana model *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR) dapat digunakan untuk menganalisis hubungan curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan model yang optimal antara model *Vector Autoregressive* (VAR) dan *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR) dalam analisis hubungan elemen-elemen cuaca yaitu curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara.

2. Menerapkan model *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR) untuk menganalisis hubungan curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibatasi dengan menggunakan beberapa variabel yaitu curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Sintang yang terhitung dari bulan Januari 2021 hingga bulan Oktober 2024.

1.5 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) yang digunakan dijelaskan dalam buku (Huda & Imro'ah, 2023). Buku ini menjelaskan bahwa model AR dan MA merupakan metode momen yang digunakan untuk mengestimasi parameter, dimana model AR parameter utamanya adalah koefisien *autoregressive* (ϕ) dan orde AR (p). Sedangkan parameter utama model MA adalah koefisien *moving average* (θ) dan orde MA (q).

Pada buku (Wei, 2006) yang berjudul "*Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*" yang membahas cara yang sistematis untuk menangkap perubahan dinamis dalam *multiple time series* dan memberikan pendekatan yang andal dan mudah dipahami untuk pendeskripsian data, peramalan, inferensi struktural, dan analisis kebijakan.

(Kilian & L¨utkepohl, 2017) dalam bukunya yang berjudul "*Structural Vector Autoregressive Analysis*" membahas pendekatan *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR) untuk mengatasi beberapa keterbatasan model VAR. Dengan menggunakan informasi prior, model BVARmengurangi ketidakpastian parameter dan meningkatkan kemampuan prediksi model, terutama dalam analisis deret waktu multivariat.

Penelitian terkait metode BVAR juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Beberapa diantaranya adalah analisis hubungan dinamis unsur-unsur iklim dan faktor penyebabnya menggunakan BVAR. Dalam penelitian ini

memodelkan hubungan dinamis antara variabel iklim, termasuk suhu, kelembaban, curah hujan, tekanan udara, dan penyinaran matahari, serta faktor-faktor yang menyebabkan perubahan iklim, seperti emisi CO2 dan polusi udara (Sari, 2019). Selain itu, penelitian mengenai analisis variabel cuaca untuk estimasi pola curah hujan di Kota Medan menggunakan model BVAR. Dalam penelitian ini diperoleh nilai MAPE sebesar 4,75% yang menunjukkan bahwa model BVAR sangat akurat (Ambarita et al., 2023). Kemudian, dalam penelitian *The dynamic relationships among CO2 emissions, renewable and non-renewable energy sources, and economic growth in* India menggunakan model BVARuntuk menentukan interaksi dinamis antara pertumbuhan PDB, penggunaan energi oleh sumber energi terbarukan (*Renewable Energy Resources* (RES), angin, matahari, atau air) dan sumber energi tak terbarukan (*Nonrenewable Energy Resources* (NRES), pembangkit listrik tenaga air atau batu bara) dan emisi CO2. Dengan menggunakan *impulse respon analysis* diperoleh bahwa hubungan dinamis antar variabel berubah seiring berjalannya waktu (Alam et al., 2018). Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini ditujukan untuk membahas analisis hubungan curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara menggunakan metode BVAR untuk melihat hubungan kausalitas variabel-variabel tersebut.

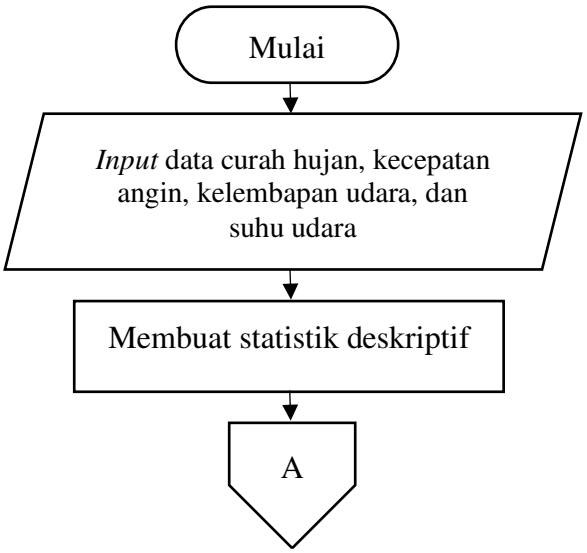
1.6 Metodologi Penelitian

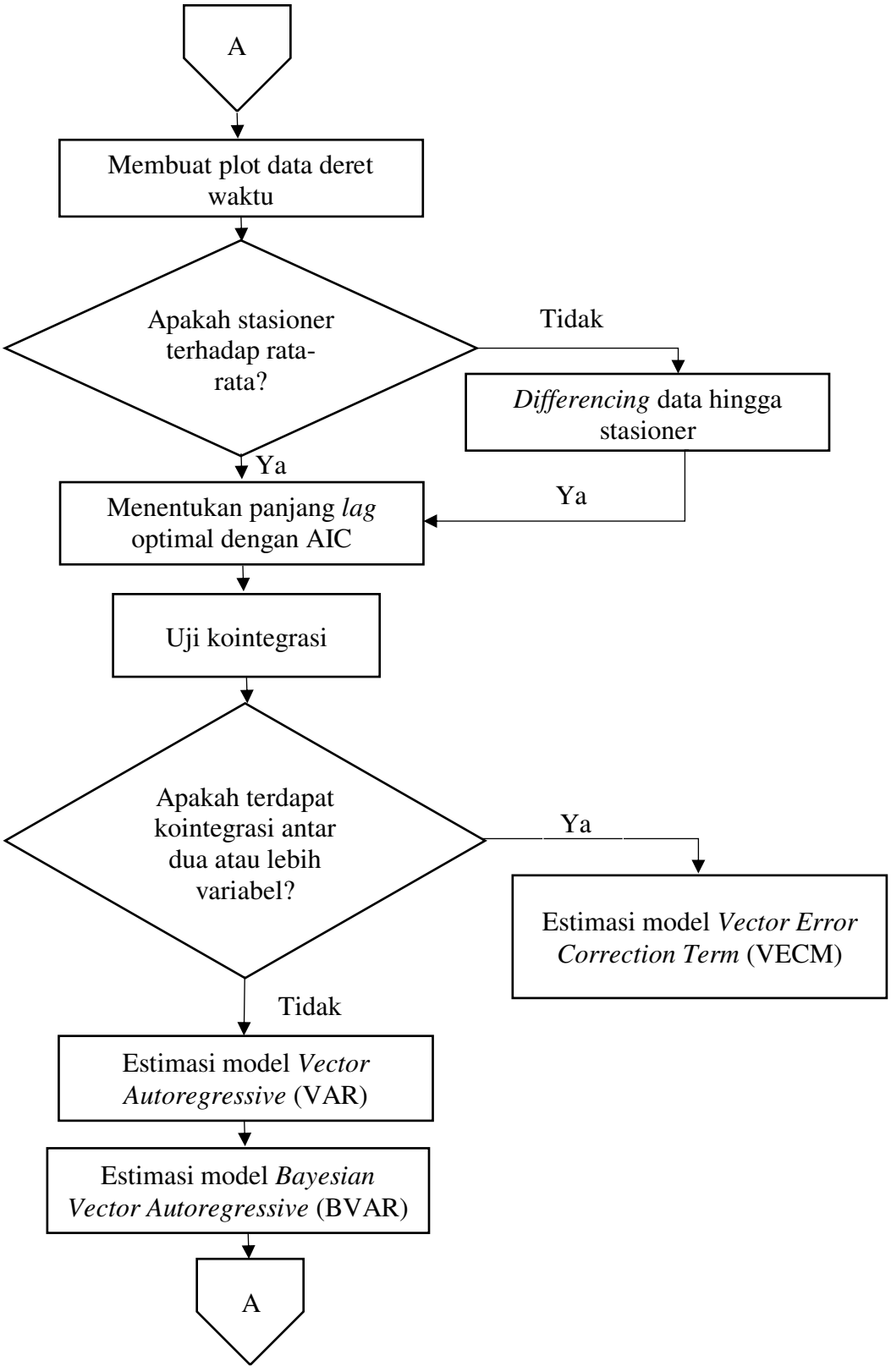
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan melakukan studi pustaka. Studi pustaka disini yaitu menelusuri pustaka berdasarkan buku dan jurnal penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini. Selain itu juga mencari dan mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan analisis deret waktu, *Vector Autoregressive* (VAR), dan *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR). Setelah itu, persiapan data dilakukan dengan mengumpulkan data historis mengenai curah hujan, kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu udara yang diperoleh dari publikasi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Sintang. Data yang digunakan dalam penelitian ini dalam periode bulanan, yang dimulai dari bulan Januari 2021 hingga bulan Oktober 2024 yang artinya sebanyak 46 data digunakan. Setelah data terkumpul, dibuat plot data masing-masing variabel dan dilakukan uji stasioneritas data dengan menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller*

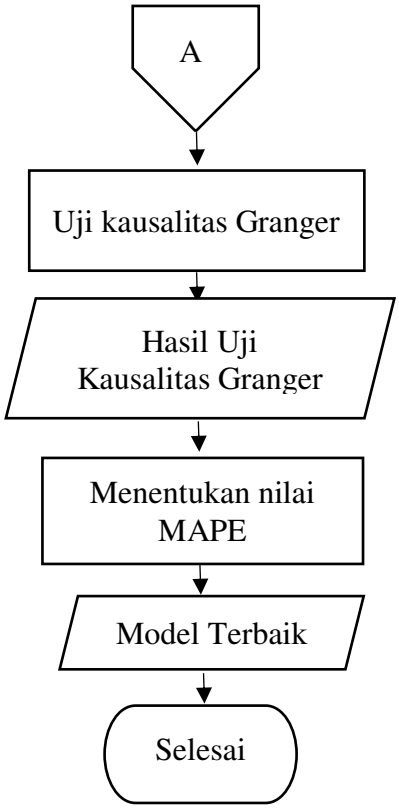
(ADF). Berdasarkan hasil uji ADF, jika data tidak stasioner, langkah selanjutnya adalah melakukan *first differencing*.

Setelah data stasioner, plot data yang telah di-*differencing* dibuat kembali dan memastikan pola data yang dihasilkan sudah stabil dan tidak menunjukkan tren atau musiman. Dilanjutkan dengan menentukan panjang *lag* terbaik untuk model VAR dan BVAR menggunakan kriteria *Akaike Information Criterion* (AIC) menggunakan fungsi korelasi silang dan kriteria seleksi model. Selanjutnya melakukan uji kointegrasi untuk menguji adanya hubungan jangka panjang antara variabel-variabel yang ada. Uji kointegrasi dapat dilakukan menggunakan uji *Johansen Cointegration Test*. Setelah diperoleh panjang *lag* optimal dan dipastikan tidak ada hubungan jangka panjang antarvariabel, model VAR dibangun menggunakan data yang telah distasionerkan, kemudian pembentukan model BVAR dengan menggunakan pendekatan *Bayesian*, dengan Minnesota prior untuk mengatasi masalah multikolinearitas dan *overfitting* pada model VAR.

Setelah model VAR dan model BVAR diperoleh, dilakukan evaluasi model untuk mengecek akurasi model dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang bertujuanuntuk menentukan model terbaik. Selanjutnya, dilakukan uji kausalitas Granger memberikan informasi tentang arah hubungan antarvariabel. Uji ini ememberikan wawasan mengenai pengaruh relatif dari setiap variabel dalam model, sehingga memperoleh hasil yang lebih akurat dan bermanfaat untuk pengambilan keputusan di masa mendatang.




A
Membuat plot data deret waktu
Apakah stasioner terhadap rata-rata?
Tidak
Differencing data hingga stasioner
Ya
Ya
Menentukan panjang *lag* optimal dengan AIC
Uji kointegrasi
Apakah terdapat kointegrasi antar dua atau lebih variabel?
Ya
Estimasi model *Vector Error Correction Term* (VECM)
Tidak
Estimasi model *Vector Autoregressive* (VAR)
Estimasi model *Bayesian Vector Autoregressive* (BVAR)
A



Gambar 2.1 *Flowchart* Metode *BayesianVector Autoregressive* (BVAR)