PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN MENGGUNAKAN MODEL GSTAR DI KALIMANTAN BARAT

HUSNUL KHOTIMAH
H1011191062

SKRIPSI

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

PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN MENGGUNAKAN MODEL GSTAR DI KALIMANTAN BARAT

HUSNUL KHOTIMAH
H1011191062

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	:	Peramalan Curah Hujan Dengan Menggunakan Model GSTAR Di Kalimantan Barat
Nama Mahasiswa	:	Husnul Khotimah
Nim	:	H1011191062
Jurusan/program studi	:	Matematika
Tanggal lulus	:	4 September 2025
SK Pembimbing	:	No. 670/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 1 Maret 2024
SK Penguji	:	No. 2324/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 18 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Yundari, M.Sc
NIP 198310202008012012

Pembimbing II

Nur'ainul Miftahul Huda, M.Si
NIP 199411142020122014

Ketua Penguji

Dr. Evi Noviani, M.Si., CFrA
NIP 198402292006042001

Anggota Penguji

Drs. Helmi, M.Si
NIP 196410171998021001

Pimpinan Sidang

Dr. Yundari. M.Sc
NIP 198310202008012012

Sekretaris Sidang

Nur'ainul Miftahul Huda, M.Si
NIP 199411142020122014

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, M,Si
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Husnul Khotimah
NIM	: H1011191062
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 pelannggaran 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 hokum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Januari 2025



Husnul Khotimah

H1011191062

Peramalan Curah Hujan Dengan Menggunakan Model Gstar Di Kalimantan Barat

Abstrak

Model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR) digunakan untuk memodelkan data deret waktu yang memiliki korelasi antar waktu dan lokasi (*space time*). Dalam model GSTAR terdapat suatu ciri khas hubungan antar lokasi yang dinyatakan dalam bentuk matriks bobot. Matriks bobot dalam penelitian ini menggunakan invers jarak. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji penerapan model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) dalam peramalan curah hujan di lima lokasi di Kalimantan Barat. Studi kasus yang digunakan yaitu data curah hujan perbulan di lokasi Kota Pontianak, Kabupaten Sintang, Kabupatan Mempawah, Kabupatan Singkawang, dan Kabupaten Melawi pada periode Januari 2013 hingga Desember 2023. Orde model GSTAR pada model ini dibatasi orde GSTAR (1;1). Langkah-langkah yang dilakukan adalah uji stasioner data, estimasi parameter, dan pemilihan model terbaik pada model GSTAR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa model peramalan data curah hujan pada waktu berkorelasi dengan data curah hujan pada waktu sebelumnya dan dipengaruhi oleh data curah hujan pada stasiun lainnya. Hasil peramalan berdasarkan nilai MAPE dengan model GSTAR(1;1) menunjukkan bahwa lokasi stasiun Mempawah dapat diramal dengan baik. Sedangkan hasil peramalan untuk stasiun Pontianak, dan Singkawang dinilai cukup baik. Pada stasiun Sintang dan Melawi tidak dapat digunakan untuk meramal curah hujan karena memiliki nilai MAPE yang sangat besar menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang buruk.

Kata Kunci : *Ruang Waktu, korelasi, Curah Hujan*

Rainfall Forecasting Using the GSTAR Method in West Kalimantan

Abstract

The Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) model is used to model time series data that exhibit correlations across both time and location (space-time). A distinctive feature of the GSTAR model is the inter-location relationship, which is expressed in the form of a weight matrix. In this study, the weight matrix is constructed using the inverse distance method. The purpose of this research is to examine the application of the Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) model in forecasting rainfall at five locations in West Kalimantan. The case study uses monthly rainfall data from Pontianak City, Sintang Regency, Mempawah Regency, Singkawang Regency, and Melawi Regency over the period January 2013 to December 2023. The GSTAR model order in this study is restricted to GSTAR (1;1). The steps carried out include testing for data stationarity, parameter estimation, and selecting the best model under the GSTAR framework. The results indicate that rainfall forecasting models demonstrate that rainfall data at a given time is correlated with rainfall data from the previous time period and is influenced by rainfall data from other stations. The forecasting results, based on the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) values of the GSTAR(1;1) model, show that rainfall at the Mempawah station can be predicted accurately. Meanwhile, the forecasts for Pontianak and Singkawang stations are considered fairly accurate. However, the forecasts for Sintang and Melawi stations are not suitable for rainfall prediction, as they yield very high MAPE values, indicating poor model performance.

Keywords: *Space-Time, correlation, Rainfall*

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'aalaamiin, segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Peramalan Curah Hujan Dengan Menggunakan Model Gstar Di Kalimantan Barat" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana pada Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari telah banyak mendapatkan bimbingan, motivasi, dan bantuan baik berupa spiritual maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, terutama kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
2. Ibu Dr. Yundari, M.Sc Dan Nur'ainur Miftahul Huda, M.Sc sebagai dosen pembimbing pertama dan kedua yang telah memberikan bimbingan dan arahan.
3. Ibu Dr. Evi Noviani, M.Si., CFrA dan Drs. Helmi, M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan doa, bantuan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan dan dorongannya dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT. Akhir kata, semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk semua pihak yang membutuhkan. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca karena penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan.

Pontianak, Januari 2025

Husnul Khotimah
H1011191062

DAFTAR ISI

Abstrak ..... **v**
Abstract ..... **vi**
PRAKATA ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR SIMBOL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar belakang 1
1.2 Rumusan masalah 4
1.3 Tujuan penelitian 4
1.4 Batasan masalah 4
1.5 Tinjauan Pustaka 4
1.6 Metodologi 5
BAB II LANDASAN TEORI **8**
2.1 Model Autoregressive (AR) 8
2.2 Model Vector Autoregression (VAR) 8
2.3 Model STAR 10
2.4 Model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) 11
2.5 Uji Stasioneritas 12
2.6 Penentuan Bobot Lokasi Pada Model GSTAR 13
2.7 Estimasi Parameter Model GSTAR Untuk Lokasi Ke- *i* 14
2.8 Uji Diagnostik 15
2.9 Pengukuran Kesalahan Peramalan 16
BAB III Pemodelan GSTAR Pada Data Curah Hujan **21**
3.1 Deskripsi Data 21
3.2 Uji Stasioneritas Data 26
3.3 Bobot Lokasi Pada Model GSTAR (1;1) 27
3.4 Penaksiran Parameter Model GSTAR (1;1) Lima Lokasi 29
3.5 Uji Diagnostik Model GSTAR (1;1) 32
3.6 Keakuratan Model 34
BAB IV KESIMPULAN **37**

DAFTAR PUSTAKA 38
LAMPIRAN 40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Statistik Deskripsi Data Curah Hujan di Lima Lokasi 22
Tabel 3.2 koefisien korelasi curah hujan antar lokasi 25
Tabel 3.3 Uji ADF Curah Hujan 27
Tabel 3.4 Jarak antar lokasi (KM) 27
Tabel 3.5 Nilai MAPE 34
Tabel 3.6 Hasil Peramalan Data Curah Hujan (mm) 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Flowchart* Metode *GSTAR* 7
Gambar 2.1 plot ACF uji autokorelasi residual 15
Gambar 2.2 Q-Q Plot uji normalitas residual 16
Gambar 3.1 Data Curah Hujan Belum Stasioner 25
Gambar 3.2 Q-Q Plot 33
Gambar 3.2 Peramalan data curah hujan di lima lokasi 36

DAFTAR SIMBOL

W : Matriks bobot

W_S : Matriks bobot seragam

W_d : Matriks bobot invers jarak

a_t : Matriks Residual pada model GSTAR pada waktu ke-t

$a_{i,t}$: Nilai kesalahan pada lokasi ke-i waktu ke-t.

N : Banyaknya lokasi

T : Banyaknya pengamatan

K : Banyaknya variabel

k : *lag* waktu

l : *lag* spasial

n_i : Banyaknya lokasi yang berdekatan dengan lokasi i

d_{ij} : Jarak lokasi ke-j terhadap lokasi ke- i

$\hat{\Sigma}$: Matriks dugaan varian-kovarian residual

Z_t : Matriks data pengamatan waktu ke-t

$\hat{Z}_t$: Matriks hasil estimasi waktu ke- t

$Z_{i,t}$: Pengamatan pada lokasi ke- i pada waktu ke- t

ϕ_p : Parameter autoregressive ke-p;

p : Orde autoregresi

ϕ_i : Matriks parameter ke-i dengan i = 1,2, … , p

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perubahan iklim adalah berubahnya kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia (Kementerian Lingkungan Hidup, 2001). Sektor pertanian merupakan sektor yang sangat rentan terhadap perubahan iklim. Salah satu unsur yang terkena dampak perubahan iklim adalah curah hujan. Perubahan pola curah hujan mempengaruhi keberhasilan budidaya pertanian dan produktivitas pertanian. Curah hujan menunjang ketersediaan air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman dan mempengaruhi kemunculan hama serta penyakit tanaman. Maka dari itu diperlukan upaya mitigasi maupun adaptasi terhadap terjadinya perubahan iklim.

Salah satu upaya mitigasi perubahan iklim adalah dengan membuat model peramalan curah hujan. Lembaga yang bertugas untuk melakukan peramalan curah hujan di Indonesia adalah Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Dalam meramalkan curah hujan BMKG menggunakan citra satelit dan model peramalan secara statistika. Model statistika yang digunakan adalah model yang bersifat linier, harus memenuhi asumsi, dan juga belum memasukkan pengaruh antar lokasi.

Pemodelan data yang memiliki keterkaitan waktu dan lokasi sudah banyak dikembangkan. Data deret waktu pada saat ini sering terdapat unsur lokasi, yang berarti data deret waktu di lokasi tertentu dipengaruhi oleh data deret waktu tersebut di lokasi yang lain atau biasa disebut dengan fenomena *spatio* temporal. Fenomena *spatio* temporal tidak dapat didekati oleh pendekatan *univariate* tetapi dengan pendekatan *multivariate*. Model VARIMA merupakan model *multivariate time series* tetapi belum mampu mengatasi dependensi spasial. Oleh karena itu Ruchjana (2002) mengembangkan model multivariate time series yang menggabungkan

unsur lokasi yang disebut dengan model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR).

Salah satu data yang berkaitan dengan waktu, lokasi, dan memiliki fenomena non linier adalah curah hujan. Curah hujan sangat sangat bervariasi menurut waktu dan lokasi (Handoko, 1994). Intensitas curah hujan di suatu lokasi berhubungan dengan lokasi lain yang berdekatan. Hal ini dikarenakan terjadi pergerakan awan yang menampung air hujan dari suatu lokasi ke lokasi yang lain dan juga luas penyebaran awan yang dapat menutupi beberapa lokasi. Selain itu, perubahan iklim akhir-akhir ini menyebabkan pola dan karakteristik curah hujan 4 sulit untuk diidentifikasi sehingga sulit untuk diprediksi. Distribusi curah hujan di suatu wilayah dalam rentang waktu tertentu dapat mengalami perubahan. Salah satu variabel yang mempengaruhi curah hujan adalah tekanan udara. Tekanan udara bervariasi di setiap waktu dan tempat. Pada saat tekanan udara tinggi, cuaca biasanya kering dan cerah. Apabila tekanan udara rendah maka cuaca menjadi basah dan berawan.

Pontianak merupakan ibu kota propinsi Kalimantan Barat yang dikenal sebagai Kota Khatulistiwa karena dilalui garis lintang 0°. Kalimantan Barat merupakan daerah yang memiliki intensitas curah hujan yang tinggi. Sumber energi panas radiasi matahari yang selalu ada sepanjang tahun ditambah kelembaban dalam jumlah yang cukup tinggi mendorong proses pembentukan awan serta hujan menjadi sangat tinggi. Tidak hanya intensitas hujan tinggi, curah hujan di wilayah Kalimantan Barat juga memiliki variasi spasial dan temporal yang tinggi, hal ini dipengaruhi oleh letak geografi, topografi, ketinggian tempat, dan arah angin.

Pfeifer dan Deutsch (1980) memperkenalkan model *Space Time Autoregressive* (STAR), unsur waktu dan lokasi dimasukkan didalam model STAR. Model STAR memiliki asumsi semua lokasi memiliki karakteristik yang sama, sehingga model STAR sulit diterapkan untuk memodelkan data dengan karakteristik berbeda. Borovkova, dkk (2002) mengusulkan model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR) untuk memodelkan data yang mempunyai karakteristik berbeda dari beberapa lokasi sebagai pengembangan dari model STAR. GSTAR

adalah model space time dengan parameter yang tidak harus sama untuk dependensi waktu dan lokasi. Metode yang dapat digunakan dalam pendugaan parameter model GSTAR diantaranya adalah metode *Ordinary Least Square* (OLS) dan pendekatan sistem persamaan *Seemingly Unrelated Regression* (SUR).

Sistem persamaan SUR dapat mengakomodir matriks ragam-peragam galat dalam model. Borovkova, dkk (2008) melakukan penelitian pemodelan GSTAR mengenai hasil produksi teh bulanan di Jawa Barat dengan matriks bobot spasial serta pendugaan parameter menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Penelitian lain dilakukan Iriany, dkk (2013) mengenai peramalan data curah hujan pada lima lokasi berbeda di Kota Batu menggunakan model GSTAR serta pendugaan parameter menggunakan persamaan *Seemingly Unrelated Regression* (SUR).

Model GSTAR(1,1) dipilih dalam penelitian ini karena dianggap sebagai model dengan tingkat kompleksitas yang rendah namun mampu menangkap keterkaitan spasial dan temporal dari data curah hujan secara efektif. Notasi (1,1) menunjukkan bahwa model ini mempertimbangkan satu lag waktu dan satu lag spasial, yang berarti cukup untuk menangkap pengaruh historis dari lokasi itu sendiri serta pengaruh dari lokasi-lokasi tetangganya secara langsung. Penggunaan GSTAR(1,1) juga didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa model ini sudah cukup representatif dalam menganalisis data iklim yang bersifat dinamis dan terhubung antar wilayah.

Adapun pemilihan lima lokasi dalam penelitian ini yaitu Pontianak, Mempawah, Sintang, Melawi, dan Singkawang, didasarkan pada pertimbangan geografis, representasi spasial yang merata, dan ketersediaan data curah hujan yang lengkap selama periode pengamatan. Kelima kota tersebut mewakili distribusi wilayah Kalimantan Barat secara menyeluruh dari wilayah pesisir hingga pedalaman, sehingga variasi spasial dan temporal curah hujan dapat diamati secara lebih komprehensif. Pontianak sebagai ibu kota provinsi dan pusat aktivitas ekonomi; Singkawang sebagai kota pesisir di utara; Mempawah sebagai wilayah yang terletak di antara Pontianak dan pesisir; Sintang serta Melawi sebagai wilayah

pedalaman yang memiliki karakteristik topografi berbeda. Kombinasi lokasi ini memungkinkan penerapan model GSTAR secara optimal karena data dari masing-masing wilayah memiliki keterkaitan spasial yang nyata satu sama lain. Peneliti ingin mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan model GSTAR. Model GSTAR digunakan untuk menentukan banyak input pada jaringan saraf tiruan. Model GSTAR diharapkan mendapatkan model yang lebih akurat dan lebih tepat digunakan untuk peramalan data curah hujan.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang, didapatkan rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana model GSTAR (1;1) untuk memodelkan data curah hujan di wilayah Kalimantan Barat?
2. Bagaimana hasil peramalan curah hujan di wilayah Kalimantan Barat?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

a. Mengkaji model GSTAR (1;1) untuk peramalan data curah hujan di wilayah Kalimantan Barat.
b. Meramalkan curah hujan di wilayah Kalimantan Barat dengan GSTAR.

1.4 Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah bobot lokasi. Bobot lokasi yang akan digunakan adalah bobot lokasi invers jarak lima lokasi di Kalimantan Barat yaitu Kota Pontianak, Kabupaten Sintang, Kabupatan Mempawah, Kabupatan Singkawang, dan Kabupaten Melawi. Model yang digunakan adalah model GSTAR (1;1).

1.5 Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang metode GSTAR telah banyak dilakukan oleh penelitian sebelumya. Diantaranya Diana Rosyida (2019) dalam penelitianya mengkaji Model Hybrid Gstar-X-Sur Dengan Pendekatan Fungsi Transfer Pada Variabel Eksogen Dan *Neural Network* Pada Sisaan Dalam Peramalan Curah Hujan Di Daerah

Tengger. Berdasarkan dari hasil perhitungan, Hasil ramalan menunjukkan bahwa kehandalan peramalan curah hujan di Daerah Tengger dengan menggunakan model GSTAR X-SUR (1) (3,[12]) (4,0,1) – NN (20,15,5) sebesar 80.28%. Hasil ramalan menujukkan bahwa pada Bulan Mei 2018 memasuki musim kemarau sehingga petani di Daerah Tengger dapat bersiap-siap dalam memasuki musim kemarau seperti dengan menyiapkan cadangan air untuk pengairan.

Penelitian selanjutnya, dilakukan oleh Rita Martina Sari (2023). Dalam penelitiannya membahas tentang Model *Generalized Space Time Autoregressive* (Gstar) Dalam Meramalkan Nilai Ekspor Menggunakan Metode Maximum Likelihood. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model GSTAR terbaik yang terdiri dari bobot normalisasi korelasi silang dan bobot lokasi invers jarak menggunakan metode maximum likelihood. Untuk lebih jauhnya model GSTAR diterapkan untuk meramalkan nilai ekspor di Provinsi Lampung, Jambi, dan Sumatera Barat. Berdasarkan hasil analisis dengan bantuan software R diperoleh hasil model terbaik adalah GSTAR (1,1) dengan bobot lokasi invers jarak.. Model ini memberikan tingkat akurasi terbaik dalam meramalkan nilai ekspor di Provinsi Lampung.

Selain itu, Utami dkk, (2024) dalam penelitiannya membahas tentang *Spatial Weighting Selection in* GSTAR and S-GSTAR *Models for Temperature Prediction*. Model GSTAR dan S-GSTAR digunakan untuk memodelkan temperatur di Kabupaten Banjar, Cilacap, Sleman. Tujuan penggunaan kedua metode tersebut adalah untuk membandingkan model yang terbaik dalam memodelkan temperaturpada ketiga lokasi tersebut. Bobot spasial yang digunakan yaitu bobot invers jarak dengan rumus euclidian distance, bobot seragam, dan bobot normalisasi korelasi silang. OLS (*Ordinary Least Square*) merupakan metode estimasi yang digunakan pada penelitian ini.

1.6 Metodologi

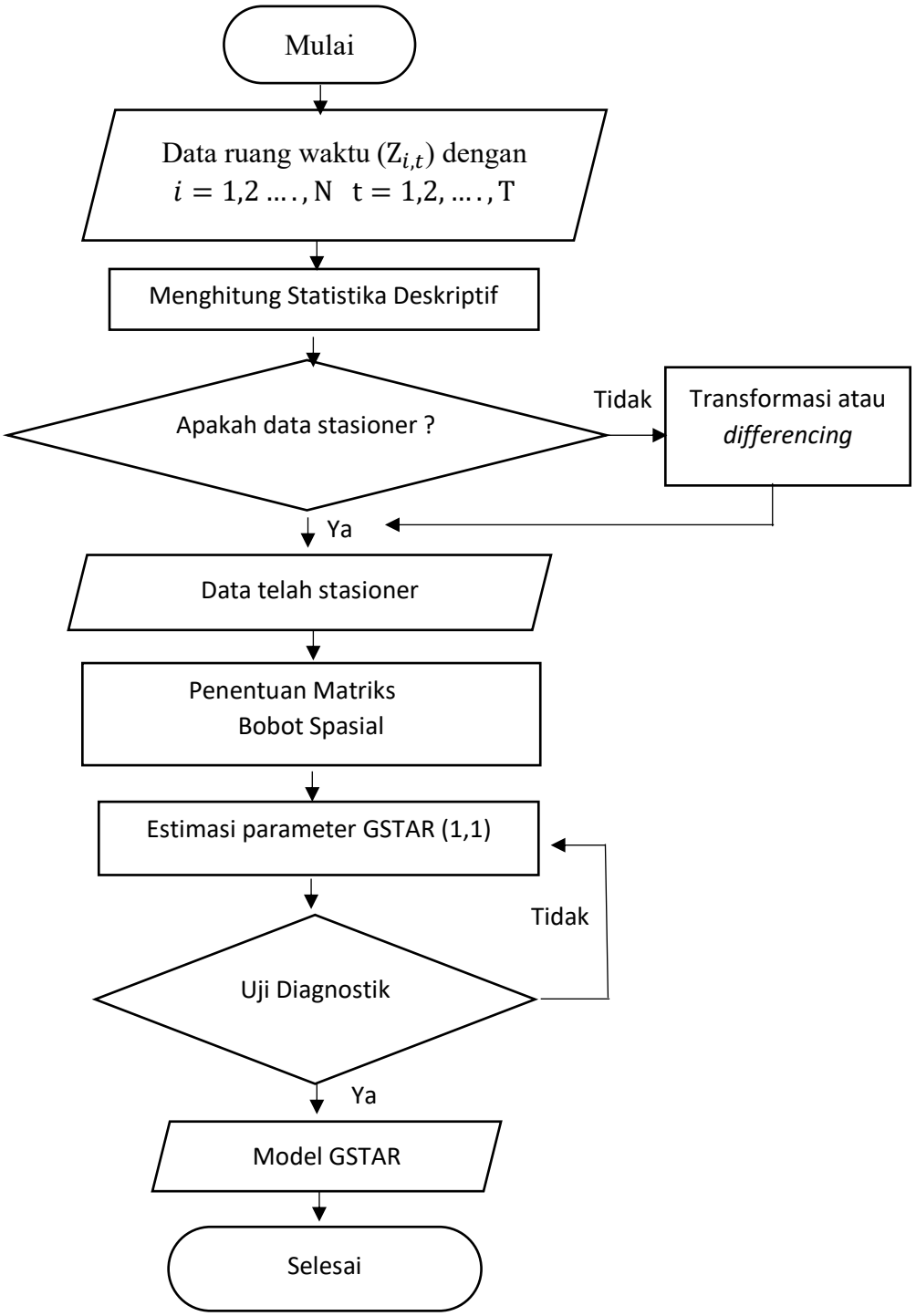
Pada penelitian ini, Data yang digunakan merupakan data sekunder curah hujan di lima wilayah di Kalimantan Barat yaitu Kota Pontianak, Kabupaten Sintang, Kabupatan Mempwah, Kabupatan Singkawang, dan Kabupaten Melawi dari bulan

Januari 2013 sampai Desember 2023. Data berupa rata-rata curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam memodelkan GSTAR adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data: Mengumpulkan data deret waktu curah hujan dari berbagai lokasi.
2. Normalisasi Data: Melakukan normalisasi data dan mengatasi nilai yang hilang.
3. Penentuan Matriks Bobot Spasial: Menghitung bobot korelasi normalisasi silang.
4. Pemilihan Model: Menentukan parameter model GSTAR (1,1).
5. Pelatihan Model: Melatih model menggunakan data historis.
6. Peramalan: Menggunakan model GSTAR (1;1) untuk memprediksi curah hujan di masa mendatang.

Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan dalam penelitian ini lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 *Flowchart* Metode *GSTAR*