

**PENERAPAN MODEL FUNGSI TRANSFER MULTI INPUT PADA
PERAMALAN TINGKAT INFLASI DI SULAWESI SELATAN**

**APPLICATION OF THE MULTI-INPUT TRANSFER FUNCTION
MODEL TO INFLATION RATE FORECASTING IN SOUTH
SULAWESI**

THESYA ATAREZCHA PANGRURUK



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**PENERAPAN MODEL FUNGSI TRANSFER MULTI INPUT PADA
PERAMALAN TINGKAT INFLASI DI SULAWESI SELATAN**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Statistika

Disusun dan diajukan oleh

THESYA ATAREZCHA PANGRURUK

H062212004

Kepada

PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023



TESIS**PENERAPAN FUNGSI TRANSFER MULTI INPUT PADA PERAMALAN
TINGKAT INFLASI DI SULAWESI SELATAN****THESYA ATAREZCHA PANGRURUK****H062212004**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Program Studi Magister Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping


Dr. Georgina Maria Tinungki, S.Si., M.Si.
NIP. 19620962 198702 2 001
Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750429 200003 2 001Ketua Program Studi
Magister Statistika,Dekan Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Dr. Dr. Georgina M. Tinungki, M.Si.
NIP. 19620926 198702 2 001
Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si.
NIP. 19720515 199702 1 002

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul Penerapan Model Fungsi Transfer Multi Input pada Peramalan Tingkat Inflasi di Sulawesi Selatan adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si dan Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (International Research Journal of Advanced Engineering and Science (IRJAES) ISSN: 2455-9024 Vol. 8, Issue 3, Juli - 2023, Pages: 29-38) sebagai artikel dengan judul "*Modeling of the Multi-Input Transfer Function in Forecasting the Inflation Level in South Sulawesi*".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 18 Agustus 2023
Yang menyatakan,




Thesya Atarezcha Pangruruk
NIM. H062212004

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tesis ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang dikemukakan dalam tesis ini masih jauh dari kesempurnaan yang merupakan sebagai akibat dari keterbatasan kemampuan serta berbagai kesulitan yang penulis hadapi dalam penyusunan tesis ini.

Penulis memanjatkan doa kepada Tuhan Yang Maha Esa agar menganugerahkan rahmat-Nya kepada pihak yang banyak membantu dalam penyelesaian tesis ini. Penulis juga percaya tesis ini dapat selesai bukan hanya dengan kekuatan pikiran penulis semata akan tetapi karena bantuan dari berbagai pihak juga, baik selama proses perkuliahan bahkan sampai proses pengerjaan tesis di Program Magister Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Namun demikian, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca karya tulis ini demi sempurnanya tesis ini.

Terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta dan saudaraku atas doa yang tak pernah putus, dukungan serta segala kebaikan mereka yang sampai kapan pun takkan pernah bisa terbalaskan atas kasih sayang yang tiada henti dalam penyelesaian tesis ini. Selanjutnya, saya ingin menyampaikan juga rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta seluruh jajarannya.
3. **Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. **Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.** selaku Ketua Program Studi Magister Statistika sekaligus pembimbing utama yang senantiasa meluangkan waktu untuk membimbing dengan penuh kesabaran, serta memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan tesis.

5. **Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.** selaku pembimbing pertama yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, pemikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tesis.
6. **Dr. Nirwan Ilyas, M.Si., Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si., dan Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.** selaku penguji yang telah bersedia menguji serta memberikan masukan-masukan dan arahan dalam penyusunan tesis.
7. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta Ayah (**Dr. Ir. Marthen Paloboran, S.T., M.T., IPM**) dan Ibu (**Selviani Toyang Pangruruk, S.H.**) yang banyak memberikan dukungan baik secara moril, materil maupun spiritual kepada penulis selama kuliah hingga menyelesaikan tesis ini.
8. Kedua adik tercinta (**Mark Andrew Paloboran dan Justeen Jeane Pangruruk**) yang selalu memberikan dukungan serta mendoakan penulis selama menyelesaikan tesis.
9. Teman-teman seperjuangan **A.Ainun Nurfajrin S., S.Stat., Aliyah Az-zahra Ibrahim, S.Stat., Firawati, S.Stat., Nalto Batty Mangiri, S.Stat.** dan **Nurfauzul Akbar, S.Stat.** yang tidak pernah bosan untuk selalu bersama-sama serta saling menyemangati dan membantu dalam perkuliahan hingga penyelesaian tesis.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu terima kasih atas doa serta dukungannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan yang berlipat ganda, kasih dan hikmat-Nya atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap penulisan tesis ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Makassar, 18 Agustus 2023
Yang menyatakan,



Thesya Atarezcha Pangruruk
NIM. H062212004

ABSTRAK

THESYA ATAREZCHA PANGRURUK. **Penerapan Model Fungsi Transfer Multi Input pada Peramalan Tingkat Inflasi di Sulawesi Selatan** (dibimbing oleh Georgina Maria Tinungki dan Erna Tri Herdiani).

Fungsi transfer merupakan pengembangan dari metode *Box-Jenkins* yang modelnya terdiri dari dua variabel yang masing-masing variabel memiliki model ARIMA tertentu dan digunakan untuk meramalkan data deret waktu yang terhubung dengan satu atau lebih deret waktu lainnya. Dalam fungsi transfer terdapat jenis fungsi transfer yang variabel inputnya terdiri dari dua atau lebih variabel yang disebut fungsi transfer multi input. Pada fungsi transfer multi input terdapat deret output (Y_t) yang diprediksi akan dipengaruhi oleh salah satu atau lebih deret input (X_t) serta input-input lain yang akan digabungkan dalam satu kelompok yang disebut gangguan atau deret sisaan (N_t). Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh model tingkat inflasi Sulawesi Selatan menggunakan fungsi transfer multi input yang akan digunakan untuk meramalkan inflasi Sulawesi Selatan periode berikutnya dengan variabel deret input yang digunakan adalah berdasarkan data inflasi kelompok pengeluaran yakni kelompok pengeluaran makanan, minuman, rokok dan tembakau; kelompok pengeluaran kesehatan; kelompok pengeluaran sandang; serta kelompok pengeluaran perumahan, air, gas, listrik, dan bahan bakar lainnya. Dari empat variabel deret input yang digunakan, hanya dua variabel yang memenuhi asumsi uji diagnostik yaitu seluruh parameternya signifikan dengan p-value lebih kecil dari α (0,05), sehingga model fungsi transfer multi input dari variabel deret input yang signifikan memberikan informasi bahwa tingkat inflasi di Sulawesi Selatan dipengaruhi oleh tingkat inflasi pada periode dua belas bulan sebelumnya, inflasi kelompok pengeluaran makanan, minuman, rokok, dan tembakau pada periode yang sama dan satu bulan sebelumnya, serta inflasi kelompok pengeluaran perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar lainnya pada periode yang sama dan satu bulan sebelumnya. Dengan hasil peramalan memberikan nilai MAPE sebesar 29,35% menunjukkan bahwa model tersebut cukup layak untuk memberikan gambaran dan memprediksi tingkat inflasi Sulawesi Selatan periode selanjutnya. Adapun hasil peramalan tingkat inflasi Sulawesi Selatan untuk periode bulan Januari 2023 sampai dengan bulan Desember 2024 menggunakan metode fungsi transfer multi input diperoleh peramalan yang cukup konstan berkisar antara 0,10%-0,73%.

Kata Kunci: Deret Waktu, Fungsi Transfer, Inflasi, Kelompok Pengeluaran, Multi-Input

ABSTRACT

THESYA ATAREZCHA PANGRURUK. **Application of the Multi Input Transfer Function Model to Inflation Rate Forecasting in South Sulawesi** (supervised by Georgina Maria Tinungki and Erna Tri Herdiani).

The transfer function is a development of the Box-Jenkins method whose model consists of two variables, each of which has a specific ARIMA model and is used to predict time series data connected to one or more other time series. In the transfer function, there is a type of transfer function whose input variable consists of two or more variables, which is called the multi-input transfer function. In the transfer function there is a type of transfer function in which the input variable consists of two or more variables called the multi-input transfer function. In the multi-input transfer function, there is an output series (Y_t) which is predicted to be affected by one or more input series (X_t) as well as other inputs that will be combined in one group called the disturbance or residual series (N_t). The purpose of this study is to obtain a model of the South Sulawesi inflation rate using a multi-input transfer function that will be used to forecast South Sulawesi's inflation in the following period. The input series variable used is based on inflation data for the expenditure group, namely the food, beverage, cigarette and tobacco expenditure group; health spending group; clothing production group; and the housing, water, gas, electricity, and other fuel expenditure groups. Of the four input series variables used, only two variables met the assumptions of the diagnostic test, that is, all parameters were significant with a p-value less than α (0,05), so that the multi-input transfer function model of significant input series variables provided information that the level inflation in South Sulawesi is influenced by the inflation rate in the previous twelve months, inflation in the food, beverage, cigarettes and tobacco expenditure group in the same period and one month earlier, as well as inflation in the housing, water, electricity, gas and other fuel expenditure groups in the same period and one month before. With the forecasting results giving a MAPE value of 29.35% indicating that the model sufficiently feasible to provide an overview and predict the inflation rate of South Sulawesi in the next period. As for the results of forecasting the inflation rate of South Sulawesi for the period January 2023 to December 2024 using the multi-input transfer function method, forecasts are obtained which are quite constant, ranging from 0.10% -0.73%.

Keywords: Time series, Transfer function, Multi-Input, Inflation, Expenditure group

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Peramalan (<i>forecasting</i>).....	6
2.2 <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	7
2.3 Stasioneritas Data	8
2.4 Fungsi Transfer	10
2.4.1. Identifikasi Bentuk Model	12
2.4.2. Penaksiran Parameter-parameter Model	15
2.4.3. Uji Diagnostik Model	16
2.4.4. Penggunaan Model Fungsi Transfer untuk Peramalan	17
2.5 Inflasi	17
2.6 Pemilihan Model Terbaik.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Sumber Data	20
3.2 Identifikasi Variabel	20
3.3 Metode Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Karakteristik Deret Output dan Deret Input	23
4.2. Identifikasi Model ARIMA Variabel Deret Input	26

4.3	Pengujian <i>Cross Corelation Function</i> (CCF) dan penentuan b,r,s antara masing-masing deret input dengan deret output	38
4.4	Mengidentifikasi Deret Noise dan Uji Diagnosis.....	42
4.5	Peramalan Inflasi Sulawesi Selatan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....		48
LAMPIRAN		50

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perbandingan Inflasi Umum Nasional dengan Inflasi Sulawesi Selatan . 1	
Tabel 2.1	Nilai Transformasi Box-Cox	9
Tabel 3.1	Definisi Operasional Variabel.....	20
Tabel 4.1	Hasil Uji Signifikansi Parameter Model Inflasi Kelompok Makanan, Minuman, Rokok dan Tembakau	27
Tabel 4. 2	Hasil Uji Autokorelasi Residual Kelompok Makanan, Minuman, Rokok dan Tembakau	28
Tabel 4. 3	Hasil Uji Signifikansi Parameter Model Inflasi Kelompok Kesehatan	31
Tabel 4. 4	Hasil Uji Autokorelasi Residual Kelompok Kesehatan	31
Tabel 4. 5	Hasil Uji Signifikansi Parameter Model Inflasi Kelompok Sandang	34
Tabel 4. 6	Hasil Uji Autokorelasi Residual Kelompok Sandang	34
Tabel 4. 7	Hasil Uji Signifikansi Parameter Model Inflasi Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar lainnya	37
Tabel 4. 8	Hasil Uji Autokorelasi Residual Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar lainnya.....	37
Tabel 4. 9	Uji Signifikansi Model Awal Fungsi Transfer antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Makanan, Minuman, Rokok dan Tembakau	39
Tabel 4. 10	Uji Signifikansi Model Awal Fungsi Transfer antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Kesehatan.....	40
Tabel 4. 11	Uji Signifikansi Model Awal Fungsi Transfer antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Sandang.....	41
Tabel 4. 12	Uji Signifikansi Model Awal Fungsi Transfer antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar Lainnya	42
Tabel 4. 13	Uji Signifikansi Parameter untuk Model Akhir Fungsi Transfer Multi-Input	42
Tabel 4. 14	Uji Autokorelasi Residual untuk Model Akhir Fungsi Transfer Multi- Input	43
Tabel 4. 15	Uji Korelasi Silang Residual dengan Variabel Deret Input Kelompok Makanan, Minuman dan Tembakau (X1)	43
Tabel 4. 16	Uji Korelasi Silang Residual dengan Variabel Deret Input Kelompok Perumahan, Air, Listrik dan Bahan Bakar Lainnya (X4).....	43
Tabel 4. 17	Hasil peramalan data testing dengan model fungsi transfer multi input	45
Tabel 4. 18	Peramalan Tingkat Inflasi Sulawesi Selatan Periode Selanjutnya (Jan2023-Des2024).....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Plot Deret Output Inflasi Umum Sulawesi Selatan 2014-2022	23
Gambar 4.2 Plot Time Series Kelompok Makanan, Minuman, Rokok dan Tembakau	24
Gambar 4.3 Plot Time Series Kelompok Kesehatan	24
Gambar 4.4 Plot Time Series Kelompok Sandang	25
Gambar 4.5 Plot Time Series Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar lainnya	25
Gambar 4.6 Plot Box-Cox Data Inflasi Kelompok Makanan, Minuman, Rokok dan Tembakau	26
Gambar 4.7 Plot ACF dan PACF data Kelompok Makanan, Minuman, Rokok dan Tembakau	27
Gambar 4.8 Plot Box-Cox data Kelompok Kesehatan	29
Gambar 4.9 Plot Box-Cox data Kelompok Kesehatan setelah ditransformasi	30
Gambar 4.10 Plot ACF dan PACF data Kelompok Kesehatan	30
Gambar 4.11 Plot ACF dan PACF data Kelompok Kesehatan setelah differencing	31
Gambar 4.12 Plot Box-Cox data Kelompok Sandang	33
Gambar 4.13 Plot Box-Cox data Kelompok Sandang setelah ditransformasi	33
Gambar 4.14 Plot ACF dan PACF data Kelompok Sandang	34
Gambar 4.15 Plot Box-Cox data Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar lainnya	35
Gambar 4.16 Plot Box-Cox data Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar lainnya setelah transformasi	36
Gambar 4.17 Plot ACF dan PACF data Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar lainnya	36
Gambar 4.18 Plot Cross Correlation antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Makanan, Minuman, Rokok dan Tembakau.....	38
Gambar 4.19 Plot Cross Correlation antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Kesehatan	39
Gambar 4.20 Plot Cross Correlation antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Sandang	40
Gambar 4.21 Plot Cross Correlation antara Inflasi Umum Sulawesi Selatan dengan Kelompok Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar Lainnya	41
Gambar 4.22 Data Aktual, Fungsi Transfer dan Peramalan Tingkat Inflasi Sulawesi Selatan 2023-2024	44

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan ini terdapat banyak hal yang bisa diramalkan guna membuat sebuah perencanaan serta suatu keputusan atau kebijakan di masa yang akan datang. Inflasi merupakan salah satu hal yang dapat digunakan sebagai objek penelitian dengan metode peramalan. Di tengah perkembangan ekonomi yang terjadi saat ini, inflasi masih menjadi perhatian utama pemerintah karena inflasi merupakan salah satu hal yang tidak bisa diabaikan. Inflasi memiliki dampak yang cukup besar pada pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Penyebab inflasi mungkin bervariasi dari satu negara ke negara lain, tergantung pada tingkat pembangunan, keterbukaan terhadap perdagangan internasional, persaingan domestik dan internasional, bentuk pemerintahan, dan beberapa faktor lainnya (Camargo et al., 2010).

Tabel 1. 1 Perbandingan Inflasi Umum Nasional dengan Inflasi Sulawesi Selatan

Tahun	Inflasi Umum Nasional (%)	Inflasi Umum Sulawesi Selatan (%)
2014	8,36	8,61
2015	3,35	4,48
2016	3,02	2,94
2017	3,61	4,44
2018	3,13	3,5
2019	2,72	2,35
2020	1,68	2,04
2021	1,87	2,4
2022	5,51	5,77

Sumber: BPS Provinsi Sulawesi Selatan

Secara umum, jika dilihat dari Tabel 1.1 inflasi umum nasional dan Sulawesi Selatan dari tahun 2014 sampai dengan 2022 telah mengalami naik dan turunnya inflasi. Dengan inflasi tertinggi terjadi pada tahun 2014 untuk inflasi Sulawesi Selatan sebesar 8,61% lebih tinggi dibandingkan dengan inflasi nasional sebesar 8,36%. Tingginya inflasi yang terjadi di Sulawesi Selatan pada tahun 2014 disebabkan oleh kenaikan indeks harga dari kelompok pengeluaran bahan makanan sebesar 16,02% menjadikannya sebagai penyumbang andil terbesar

dalam pembentukan inflasi umum sebesar 3,44%. Selanjutnya inflasi dengan tingkat tertinggi kedua, yaitu pada tahun 2022 baik inflasi umum Sulawesi Selatan maupun inflasi nasional yang masing-masing mencapai 5,77% dan 5,51%. Tekanan inflasi Sulawesi Selatan terjadi pada beberapa bulan sepanjang tahun 2022 mendorong tren inflasi tahunan melaju hingga keluar target inflasi yang diharapkan terjaga pada rentang $3\pm 1\%$, sehingga terdapat tiga kota yang tercatat mengalami inflasi tertinggi yang menyebabkan inflasi Sulawesi Selatan lebih tinggi dibandingkan inflasi nasional. Penyebab utama terjadinya peningkatan inflasi disebabkan oleh kenaikan harga *volatile food* komoditas hortikultura, pergerakan harga bahan baku pakan dan bibit ternak, dan tekanan geopolitik global yang masih mengganggu rantai pasokan, serta penyesuaian harga komoditas oleh pemerintah sebagai respon kenaikan harga acuan komoditas energi global dan rencana penundaan subsidi bahan bakar (Bank Indonesia, 2022). Ketika terjadi inflasi yang tinggi, maka harga-harga akan terus merangkak naik dan menyebabkan masyarakat tidak mampu membeli barang-barang yang dibutuhkan. Inflasi menjadi sangat penting terutama untuk diramalkan karena memberikan sebuah dampak yang besar terhadap perekonomian suatu daerah, sehingga dapat membuat atau merancang kebijakan-kebijakan.

Peramalan merupakan teknik untuk memperkirakan suatu nilai di masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Dengan adanya peramalan maka suatu perencanaan akan lebih efektif dan efisien. Metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Pada metode peramalan kuantitatif terdapat dua tipe yaitu, metode runtun waktu (*time series*) dan metode regresi (Aswi & Sukarna, 2006).

Analisis runtun waktu merupakan serangkaian pengamatan berdasarkan urutan waktu yang memiliki interval waktu yang sama (hari, minggu, bulan, tahun). Analisis data runtun waktu tidak hanya dapat dilakukan untuk satu variabel (univariat) tetapi juga dapat dilakukan untuk banyak variabel (multivariat). Dari pengamatan yang dianalisis dapat dilihat pola data naik atau menurun, ataupun mengalami siklus atau fluktuasi. Pola yang diperoleh selanjutnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi model. Salah satu model peramalan kuantitatif yang dapat digunakan dalam peramalan runtun waktu univariat maupun multivariat adalah model fungsi transfer (Makridakis et al., 1983).

Model fungsi transfer merupakan model deret waktu yang menggabungkan pendekatan regresi dengan ARIMA untuk *errornya*, biasa juga disebut dengan metode yang menggabungkan pendekatan kausal dan runtun waktu. Model fungsi

transfer merupakan salah satu model runtun waktu yang biasa digunakan dalam beberapa bidang terapan seperti teknik, ekonomi, dan ilmu manajemen (Liu & Hanssens, 1982). Fungsi transfer merupakan pengembangan dari metode *Box-Jenkins* yang modelnya terdiri dari dua variabel, dimana masing-masing variabel memiliki model ARIMA tertentu. Fungsi transfer merupakan salah satu metode peramalan yang digunakan pada data deret waktu yang terhubung dengan satu atau lebih deret waktu lainnya. Pada model fungsi transfer terdapat deret output (Y_t) yang diprediksi akan dipengaruhi oleh satu atau lebih deret input (X_t) serta input-input lain yang akan digabungkan dalam satu kelompok yang disebut gangguan (N_t). Dengan kata lain, deret input (X_t) memberikan pengaruhnya kepada deret output (Y_t) melalui fungsi transfer yang mendistribusikan dampak X_t dengan beberapa periode waktu yang akan datang.

(Chun & Yim, 2006) meramalkan tinggi gelombang menggunakan model fungsi transfer dengan menerapkan teknik *Pankratz* untuk menentukan parameter. (Aivazidou & Politis, 2020) telah mengembangkan model fungsi transfer dengan membangun model ARIMA seasonal dan deseasonalized pada lalu lintas kapal di Yunani. (Shahela & Uddin, 2022) juga memodelkan fungsi transfer pada kematian Covid-19 di USA menggunakan jumlah kasus sebagai deret inputnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model peramalan menggunakan fungsi transfer lebih baik dibandingkan dengan model ARIMA yang ditunjukkan oleh nilai RMSE fungsi transfer lebih kecil.

Dalam metode fungsi transfer, terdapat jenis fungsi transfer yang variabel inputnya terdiri dari dua atau lebih variabel yang disebut multi input. Penelitian fungsi transfer multi input telah dilakukan oleh (Adistia et al., 2015) tentang peramalan inflasi di kalimantan timur menggunakan model fungsi transfer multi input. Nilai MSE yang diperoleh bernilai kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan dengan menggunakan fungsi transfer multi input baik untuk digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Paradita et al., 2018) tentang pemodelan fungsi transfer untuk meramalkan tingkat inflasi indonesia. Dari penelitian tersebut diperoleh nilai ramalan masih berada pada ambang batas 95% sehingga modelnya masih dapat digunakan untuk peramalan. (Waruwu & Susiana, 2022) telah melakukan penelitian tentang model fungsi transfer multivariat untuk meramalkan kurs eur/usd pada pasar *forex* online. Nilai RMSE yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat akurasi perkiraan dari model fungsi transfer multivariat baik.

Berdasarkan uraian di atas dilihat bahwa fungsi transfer multi input dianggap baik digunakan untuk peramalan deret waktu yang lebih dari satu variabel dan penelitiannya masih terbilang cukup sedikit dibandingkan dengan metode penelitian yang lain, maka akan dilakukan penelitian dengan judul **“Penerapan Model Fungsi Transfer Multi Input pada Peramalan Tingkat Inflasi di Sulawesi Selatan”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana mengidentifikasi model awal tingkat inflasi Sulawesi Selatan berdasarkan variabel deret input (kelompok pengeluaran makanan, minuman, dan tembakau; kelompok pengeluaran; kelompok pengeluaran sandang; kelompok pengeluaran perumahan, air, listrik dan bahan bakar lainnya) dengan menggunakan metode fungsi transfer multi input?
2. Bagaimana menentukan model akhir pada peramalan tingkat inflasi Sulawesi Selatan menggunakan fungsi transfer multi input?
3. Bagaimana hasil peramalan tingkat inflasi Sulawesi Selatan berdasarkan model yang diperoleh selama bulan Januari 2023 sampai dengan Desember 2024 dengan metode fungsi transfer multi input?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan untuk variabel input hanya empat kelompok pengeluaran dari sebelas kelompok pengeluaran dan untuk variabel output menggunakan data tingkat inflasi, mulai bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2022 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan.
2. Jenis fungsi transfer yang akan digunakan adalah fungsi transfer multi input single output.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Memperoleh hasil identifikasi awal tingkat inflasi Sulawesi Selatan dengan metode fungsi transfer multi input.
2. Memperoleh model akhir dari tingkat inflasi Sulawesi Selatan dengan metode fungsi transfer multi input.

3. Memperoleh hasil peramalan tingkat inflasi Sulawesi Selatan selama bulan Januari 2023 sampai dengan Desember 2024 dengan metode fungsi transfer multi input.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah .

1. Dapat memberikan pengetahuan dan memahami suatu teknik pemodelan data, khususnya pemodelan tingkat inflasi di Sulawesi Selatan melalui penerapan analisis fungsi transfer multi input.
2. Dapat memberikan informasi dan referensi kepada pemerintah terkait dengan nilai inflasi di masa mendatang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan menjelaskan teori-teori yang mendukung penyelesaian permasalahan dalam penelitian ini. Teori-teori yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

2.1 Peramalan (*forecasting*)

Peramalan merupakan teknik untuk memperkirakan suatu nilai di masa yang akan datang dengan melihat data masa lalu maupun masa kini. Peramalan muncul karena adanya waktu senjang (*timelag*) antara kesadaran akan peristiwa atau kebutuhan mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Untuk mengidentifikasi suatu peristiwa, perlu dilakukan peramalan yang dapat mengambil tindakan yang diperlukan. Terdapat dua jenis pendekatan dalam melakukan peramalan, yaitu pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Metode peramalan kualitatif merupakan metode subjektif (intuitif) yang berdasarkan pada informasi kualitatif untuk memprediksi kejadian di masa depan, pendekatan ini digunakan ketika data historis tidak tersedia. Sedangkan metode peramalan kuantitatif terdiri dari dua tipe, yaitu metode runtun waktu (*time series*) dan metode regresi (*causal*). Peramalan *causal* mengasumsikan hubungan sebab-akibat antara input dan output dari sistem (Makridakis et al., 1983). Dalam peramalan *causal*, setiap perubahan input akan berakibat pada output sistem. Langkah pertama dalam peramalan *causal* adalah menemukan hubungan sebab-akibat dengan mengamati output lalu menghubungkannya dengan input yang sesuai jika dilakukan dengan benar. Proses itu akan memberikan taksiran jenis dan tingkat hubungan input dengan output yang kemudian dapat digunakan untuk meramalkan keadaan sistem masa depan dengan memberikan input yang telah diketahui.

Metode runtun waktu merupakan metode pendugaan kuantitatif berdasarkan data masa lalu dari suatu variabel yang dikumpulkan secara teratur dengan tujuan menemukan pola dalam deret data masa lalu dan mengekstrapolasinya ke masa depan (Makridakis et al., 1983). Perhatian utama metode ini bukan mengetahui mengapa hal itu terjadi tetapi untuk meramalkan apa yang akan terjadi. Secara matematis suatu deret waktu dirumuskan sebagai nilai-nilai X_1, X_2, \dots dari sebuah variabel X pada waktu-waktu t_1, t_2, \dots dengan demikian X merupakan fungsi dari t , yang dinyatakan sebagai $X = F(t)$ (Spiegel, 1994). Berdasarkan jumlah variabel yang diteliti, metode runtun waktu dikelompokkan menjadi dua, yaitu runtun waktu

univariate dan runtun waktu *multivariate*. Analisis runtun waktu *univariate* diantaranya adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), sedangkan runtun waktu *multivariate* diantaranya adalah fungsi transfer.

2.2 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins sehingga model ARIMA disebut juga model Box-Jenkins. Metode ARIMA hanya menggunakan satu variabel sebagai dasar peramalan, sehingga model ini yang menjadi variabel bebas adalah variabel dependen (lag) dan nilai residual periode sebelumnya. Model ini hanya menggunakan nilai masa sekarang dan masa lalu secara keseluruhan sebagai dasar untuk membuat peramalan. Model pengembangan ARIMA terdiri dari *Autoregressive* (AR) berordo p dan *Moving Average* (MA) berordo q . *Integrated* pada model ARIMA yang berordo d dilakukan jika data deret waktu tidak stasioner dalam rata-rata yang dapat dilihat dari masing-masing plot *Time Series*, *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Bentuk dari model ARIMA (p, d, q) dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B) a_t \quad (2.1)$$

dengan

$\phi_p(B) : 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ merupakan parameter AR yang stasioner

$\theta_q(B) : 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ merupakan parameter MA yang *invertible*

Z_t : besarnya pengamatan (kejadian) pada waktu ke- t

a_t : nilai residual yang *white noise* dengan $a_t \sim (0, \sigma_a^2)$

Dalam analisis data deret waktu juga terdapat model ARIMA yang memiliki pola musiman periode S dengan *differencing* D , yang dinotasikan sebagai ARIMA $(P, D, Q)^S$. Model ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)^S$ secara umum dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\phi_p(B)\Phi_p(1-B)^d(1-B^S)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)a_t \quad (2.2)$$

dengan:

$\Phi_p(B^S) : 1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \dots - \Phi_p B^{pS}$

$\Theta_Q(B^S) : 1 - \theta_1 B^S - \theta_2 B^{2S} - \dots - \theta_Q B^{Qs}$

$(1-B)^d$: *differencing* non musiman dengan orde d

$(1-B^S)^D$: *differencing* musiman periode S dengan orde D

a_t : nilai residual yang *white noise* dengan $a_t \sim WN(0, \sigma_a^2)$

2.3 Stasioneritas Data

Dalam model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) atau biasa disebut dengan model Box-Jenskin memiliki asumsi bahwa data harus stasioner maka langkah pertama dalam penentuan model ARIMA adalah uji kestasioneran data. Data yang stasioner adalah data yang memiliki *mean* dan varian yang konstan sepanjang waktu. Jika data yang dalam pengujiannya tidak stasioner terhadap *mean* maka terlebih dahulu dilakukan pembedaan (*differencing*), sedangkan data yang tidak stasioner terhadap varian maka dilakukan transformasi (Suliyanto, 2008).

Stasioneritas terhadap rata-rata dapat dilihat menggunakan plot autokorelasi, nilainya dikatakan tidak signifikan apabila 95% dari data berada dalam interval $\pm 2/\sqrt{n}$ dengan n merupakan banyak observasi. Pengujian stasioneritas terhadap rata-rata bisa menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) dengan model AR(1) ditunjukkan pada persamaan berikut (Tsay, 2005).

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + e_t \quad (2.3)$$

Hipotesis yang digunakan:

$$H_0 : \phi = 1 \text{ (data tidak stasioner)}$$

$$H_1 : \phi < 1 \text{ (data stasioner)}$$

Statistik uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF):

$$\tau = \frac{\hat{\phi} - 1}{S_{\hat{\phi}}} \quad (2.4)$$

dimana:

τ : ADF test

$\hat{\phi}$: nilai duga parameter AR

$S_{\hat{\phi}}$: nilai standard error bagi nilai duga parameter AR

dengan

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_{t-1} Y_t}{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2} \quad (2.5)$$

$$S_{\hat{\phi}} = \sqrt{\frac{\sigma_a^2}{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2}} \quad (2.6)$$

$$\sigma_{\hat{\alpha}}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{\phi}Y_{t-1})^2}{(n-1)} \quad (2.7)$$

Kriteria uji *Augmented Dickey-Fuller* (uji ADF) adalah:

1. Apabila nilai statistik uji $\tau > \tau_{(\alpha,n)}$, maka terima H_0 yaitu data deret waktu tidak stasioner terhadap rata-rata.
2. Apabila nilai statistik uji $\tau \leq \tau_{(\alpha,n)}$, maka tolak H_0 yaitu data deret waktu stasioner terhadap rata-rata.

Adapun pemeriksaan stasioneritas terhadap varian dapat dilihat dengan menggunakan plot apabila fluktuasi variannya tidak terlalu besar. Dalam pengujian stasioneritasnya dapat menggunakan transformasi *Box-Cox* yang ditunjukkan pada persamaan berikut (Box et al., 2016).

$$W = Y_t^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{Y_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln Y_t, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (2.8)$$

di mana:

$Y_t^{(\lambda)}$: data transformasi

Y_t : pengamatan pada waktu ke-t

λ : parameter transformasi

Bentuk transformasi *Box-Cox* untuk beberapa nilai estimasi λ yang sering digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Wei, 2006).

Tabel 2. 1 Nilai Transformasi Box-Cox

λ	Transformasi
1	Stasioner
0,5	$\sqrt{Y_t}$
0	$\ln Y_t$
-0,5	$1/\sqrt{Y_t}$
-1,0	$1/Y_t$

Dalam pengujian stasioneritas terhadap varian dikatakan telah stasioner apabila nilai batas bawah dan batas atas λ dari data bernilai satu.

2.4 Fungsi Transfer

Fungsi transfer merupakan pengembangan dari metode Box-Jenkins dimana modelnya terdiri dari dua variabel, namun masing-masing variabel memiliki model ARIMA tertentu. Model fungsi transfer merupakan suatu model peramalan deret waktu berganda yang menggabungkan beberapa karakteristik model ARIMA univariat dengan beberapa karakteristik analisis regresi (Makridakis et al., 1983). Dalam fungsi transfer terdapat deret input (X_t), deret output (Y_t), dan seluruh pengaruh lain yang disebut gangguan (N_t). Untuk memperoleh penentuan ramalan masa yang akan datang dapat menggunakan metode fungsi transfer. Bentuk umum model fungsi transfer adalah sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Y_t = v_0X_t + v_1X_{t-1} + v_2X_{t-2} + \dots + N_t \quad (2.9)$$

atau

$$Y_t = v(B)X_t + N_t \quad (2.10)$$

dengan:

Y_t : deret *output* yang stasioner.

X_t : deret *input* yang stasioner.

N_t : variabel *error* (deret *noise*) yang mengikuti suatu model ARMA tertentu.

$v(B)$: $v_0 + v_1B + v_2B^2 + \dots$ koefisien model fungsi transfer atau bobot respon impuls.

Bobot respon impuls dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$v(B) = \frac{\omega_s(B)B^b}{\delta_r(B)} \quad (2.11)$$

Untuk mengatasi varian yang tidak stasioner maka deret input dan output harus ditransformasikan dengan tepat, dibedakan untuk mengetahui nilai tengah yang tidak stasioner dan mungkin dihilangkan unsur musimannya (deseasonalized). X_t , Y_t , dan N_t pada persamaan (2.10) merupakan nilai yang telah ditransformasikan bukan dalam bentuk data mentah. Orde dari fungsi transfer adalah k yang merupakan orde tertinggi untuk proses pembedaan dan kadang menjadi lebih besar, maka tidak terlalu dibatasi. Karena alasan-alasan tersebut, model fungsi transfer dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_t = \frac{\omega_s(B)B^b}{\delta_r(B)} X_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad (2.12)$$

dengan:

b : banyaknya periode sebelum deret *input* mulai berpengaruh terhadap deret output.

$\omega_s(B)$: $(\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s)$ merupakan operator dengan orde s, yang merepresentasikan jumlah pengamatan masa lalu x_t yang berpengaruh terhadap y_t .

$\delta_r(B)$: $(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r)$ merupakan operator dengan orde r, yang merepresentasikan jumlah pengamatan masa lalu dari deret *output* itu sendiri yang berpengaruh terhadap y_t .

Model fungsi transfer multi input adalah model fungsi transfer yang memiliki dua atau lebih variabel *inputnya*. Bentuk model fungsi transfer multi input dapat dituliskan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$y_t = \sum_{j=1}^k \frac{\omega_j(B)}{\delta_j(B)} B^{bj} x_{jt} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad (2.13)$$

dimana

$\omega_j(B)$: $\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s$,

$\delta_j(B)$: $1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r$,

$\theta(B)$: $1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$,

$\phi(B)$: $1 - \phi_1 B - \phi_1 B^2 - \dots - \phi_p B^p$,

j : banyaknya deret *input*

y_t : nilai Y_t yang telah ditransformasikan dan dibedakan

x_t : nilai X_t yang telah ditransformasikan dan dibedakan

a_t : nilai gangguan random

r, s, p, q, dan b konstanta

2.4.1. Identifikasi Bentuk Model

1. Mempersiapkan deret input dan output

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi deret input dan deret output. Apabila data mentah tidak stasioner, maka data tersebut biasanya dibedakan terlebih dahulu untuk menghilangkan ketidakstasioneran. Jadi, dalam mempersiapkan pemodelan fungsi transfer, perlu mentransformasikan atau membedakan deret-deret input dan output, terutama apabila terdapat ketidakstasioneran dalam data (Makridakis et al., 1983).

2. Pemutihan deret *input*

Pemutihan (*prewhitening*) merupakan proses transformasi deret yang bertujuan untuk menjadikan deret *input* lebih sederhana dengan menghilangkan seluruh pola yang diketahui supaya tertinggal hanya *white noise*. Sebelum proses pemutihan, terlebih dahulu dibangun model ARIMA bagi x_t sebagai berikut:

$$\phi_x(B)x_t = \theta_x(B)\alpha_t \quad (2.14)$$

Kemudian deret input yang telah diputihkan (α_t) adalah:

$$\alpha_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)}x_t \quad (2.15)$$

dengan:

α_t : deret input yang diputihkan

$\phi_x(B)$: operator *Autoregressive*

$\theta_x(B)$: operator *Moving Average*

x_t : deret input yang stasioner

3. Pemutihan deret *output*

Proses pemetaan x_t terhadap y_t merupakan fungsi transfer. Sehingga apabila proses pemutihan dilakukan terhadap x_t , maka proses yang sama diterapkan pada y_t agar dapat mempertahankan integritas hubungan fungsional. Sehingga deret output yang telah diputihkan (β_t) adalah:

$$\beta_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)}y_t \quad (2.16)$$

dengan:

β_t : deret output yang diputihkan

$\phi_x(B)$: operator *Autoregressive*

$\theta_x(B)$: operator *Moving Average*

y_t : deret output yang stasioner

4. Perhitungan *Cross Correlation Function* (CCF) untuk deret *input* dan *output* yang telah diputihkan

Setelah melalui proses pemutihan pada deret *input* dan *output*, selanjutnya menghitung *Cross Correlation* antara kedua deret tersebut. Fungsi *Cross Correlation* adalah untuk mengukur seberapa kuat hubungan antar kedua variabel yang telah diputihkan. *Cross Correlation* antara X dan Y menentukan tingkat hubungan antar nilai X pada waktu t dengan nilai Y pada waktu $t + k$. Fungsi korelasi antara α_t dan β_t pada lag ke-k adalah:

$$r_{\alpha\beta}(k) = \frac{C_{\alpha\beta}(k)}{S_{\alpha}S_{\beta}(k)}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (2.17)$$

dengan:

- $r_{\alpha_t\beta_t}(k)$: korelasi silang antara α_t dan β_t pada lag ke-k
 $C_{\alpha\beta}(k)$: kovarian antara α_t dan β_t pada lag ke-k
 S_{α} : simpangan baku deret α_t
 S_{β} : simpangan baku deret β_t

5. Penetapan (b, r, s) untuk model fungsi transfer yang menghubungkan deret input dan output

Konstanta b, r, s ditentukan berdasarkan pola fungsi korelasi silang atau pembobot impuls antara α_t dan β_t . Terdapat tiga cara menentukan nilai b, r, s dengan menggunakan korelasi-silang adalah sebagai berikut:

- Korelasi silang tidak akan berbeda dari nol secara signifikan sampai lag waktu ke-b.
- Korelasi-silang tidak akan memperlihatkan adanya pola yang jelas untuk s lag waktu selanjutnya.
- Korelasi-silang akan memperlihatkan suatu pola yang jelas pada r lag waktu selanjutnya.

Adapun cara lain untuk menentukan nilai b, r, s yaitu dengan menggunakan bobot respon impuls sebagai berikut:

- Nilai b menyatakan y_t tidak dipengaruhi oleh nilai x_t sampai periode $t + k$, besarnya b adalah lag bobot respons impuls yang pertama tidak berbeda dari nol.
- Nilai s menyatakan berapa lama y_t secara terus-menerus dipengaruhi oleh nilai-nilai baru dari x_t .
- Nilai r menyatakan y_t berkaitan dengan nilai-nilai masa lalunya. $r = 0$, jika jumlah bobot impuls hanya terdiri dari beberapa lag yang kemudian terpotong,

$r = 1$, jika bobot impuls menunjukkan suatu pola eksponensial menurun, dan $r = 2$, jika bobot respons impuls menunjukkan suatu pola eksponensial menurun dan pola sinusoidal.

Setelah menetapkan b, r, s selanjutnya dilakukan penaksir parameter fungsi transfer sementara sebagai berikut:

$$\hat{v}(B) = \frac{\hat{\omega}(B)}{\hat{\delta}(B)} \quad (2.18)$$

6. Penaksiran awal deret *noise* (n_t)

Bobot respon impuls yang diukur secara langsung memungkinkan untuk menghitung taksiran awal deret *noise* (n_t) dari model fungsi transfer dengan:

$$\hat{n}_t = y_t - \hat{y}_t \quad (2.19)$$

$$\hat{n}_t = y_t - \frac{\hat{\omega}(B)}{\hat{\delta}(B)} x_t \quad (2.20)$$

$$\hat{n}_t = y_t - \hat{v}(B)x_t \quad (2.21)$$

$$\hat{n}_t = y_t - v_0x_t - v_1x_{t-1} - v_2x_{t-2} - \dots - v_gx_{t-g} \quad (2.22)$$

7. Penetapan (p_n, q_n) untuk model ARIMA ($p_n, 0, q_n$) dari deret *noise* (n_t)

Setelah diperoleh persamaan (2.22) selanjutnya nilai (n_t) akan dimodelkan dengan menggunakan pendekatan ARIMA untuk memperoleh orde p_n dan q_n . Model deret *noise* (n_t) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\phi_n(B)n_t = \theta_n(B)a_t \quad (2.23)$$

dimana:

$\phi(B)$: polinomial *autoregressive* orde ke- p dari n_t

$\theta(B)$: polinomial *moving average* orde ke- q dari n_t

a_t : residual dari deret n_t

Setelah memperoleh deret n_t , selanjutnya adalah memperoleh nilai dari deret a_t menggunakan persamaan (2.20) sehingga diperoleh nilai deret a_t sebagai berikut:

$$y_t = v(B)x_{t-b} + n_t \quad (2.24)$$

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad (2.25)$$

2.4.2. Penaksiran Parameter-parameter Model

Pada tahap ini penaksiran parameter model fungsi transfer menggunakan pendekatan *Maksimum Likelihood* yang dilakukan dengan cara meminimalkan fungsi jumlah kuadrat bersyarat (*Conditional Least Square*) dengan melibatkan parameter ω, δ, ϕ , dan θ . Setelah mengidentifikasi persamaan (2.25), selanjutnya mengestimasi parameter $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_r)'$, $\omega = (\omega_0, \omega_1, \dots, \omega_s)'$, $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_q)'$, $\phi = (\phi_1, \dots, \phi_p)'$, dan σ_a^2 . Maka persamaan (2.25) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\delta_r(B)\phi(B)y_t = \phi(B)\omega_s(B)x_{t-b} + \delta_r(B)\theta(B)a_t \quad (2.26)$$

atau

$$c(B)y_t = d(B)x_{t-b} + e(B)a_t \quad (2.27)$$

dengan

$$\begin{aligned} c(B) &= \delta(B)\phi(B) = (1 - \delta_1 B - \delta_r B^r)(1 - \phi_1 B - \phi_1 B^p) \\ &= (1 - c_1 B - c_2 B^2 - \dots - c_{p+r} B^{p+r}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d(B) &= \phi(B)\omega(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_1 B^p)(\omega_0 - \omega_1 B - \dots - \omega_s B^s) \\ &= (d_0 - d_1 B - d_2 B^2 - \dots - d_{p+s} B^{p+s}), \end{aligned}$$

dan

$$\begin{aligned} e(B) &= \delta(B)\theta(B) = (1 - \delta_1 B - \dots - \delta_r B^r)(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \\ &= (1 - e_1 B - e_2 B^2 - \dots - e_{r+q} B^{r+q}), \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned} a_t &= y_t - c_1 y_{t-1} - \dots - c_{p+r} y_{t-p-r} - d_0 x_{t-b} + d_1 x_{t-b-1} + \dots \\ &\quad + d_{p+s} x_{t-b-p-s} + e_{r+q} a_{t-r-q} \end{aligned} \quad (2.28)$$

dengan c_i, d_j , dan e_k merupakan fungsi dari $\delta_i, \omega_j, \phi_k$, dan θ_l . Dengan asumsi bahwa a_t mengikuti distribusi $N(0, \sigma_a^2)$, sehingga fungsi *conditional likelihood* sebagai berikut:

$$L(\delta, \omega, \phi, \theta, \sigma_a^2 | b, x, y, x_0, y_0, a_0) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2 \right], \quad (2.29)$$

untuk $t = 1, 2, \dots, n$ sehingga nilai dari parameter-parameter tersebut dapat diestimasi menggunakan estimasi *maksimum likelihood* dengan meminimumkan fungsi jumlah kuadrat bersyarat, yaitu:

$$S_0(b, \delta, \omega, \phi, \theta) = \sum_{t=1}^n a_t^2(b, \delta, \omega, \phi, \theta | x_0, y_0, a_0) \quad (2.30)$$

2.4.3. Uji Diagnostik Model

Pada tahap ini pengujian kelayakan model perlu dilakukan untuk mengetahui model tersebut layak jika tidak ada korelasi yang signifikan antara residu model fungsi transfer dengan deret input setelah proses *prewhitening* dan tidak ada korelasi yang signifikan pada residual model fungsi transfer. Dalam pengujian diagnostik model fungsi transfer, residual \hat{a}_t diuji dengan:

1. Perhitungan autokorelasi untuk nilai residual (b, r, s) yang menghubungkan deret input dan output

Perhitungan ini akan dilakukan dengan menggunakan uji Ljung-Box dengan statistik sebagai berikut (Wei, 2006) :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^k (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (2.31)$$

dengan:

n : banyaknya data

k : banyaknya *lag* yang diuji

$\hat{\rho}_k$: dugaan autokorelasi residual periode k

Adapun kriteria keputusannya, yaitu tolak H_0 jika $Q_{hit} > \chi_{(\alpha, df)}^2$ tabel, dengan derajat bebas K dikurangi banyaknya parameter pada model atau $p - value < \alpha$.

2. Perhitungan *cross correlation* antara nilai residual (b, r, s) dengan deret noise yang telah diputihkan

Perhitungan ini digunakan untuk memeriksa apakah deret noise (a_t) dan deret input (x_t) saling bebas. Dengan menggunakan persamaan (2.31), formula yang sesuai untuk uji ini adalah sebagai berikut:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=0}^k (n-k)^{-1} \hat{\rho}_{xy}^2(k) \quad (2.32)$$

Jumlah derajat bebas untuk Q saling bebas pada jumlah parameter yang diestimasi dalam model noise.

2.4.4. Penggunaan Model Fungsi Transfer untuk Peramalan

Setelah langkah-langkah sebelumnya terpenuhi maka model fungsi transfer dapat digunakan untuk peramalan dengan cara memasukkan nilai-nilai parameter fungsi transfer dan nilai deret *input* dan *output* dari langkah-langkah sebelumnya. Peramalan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$y_t = \sum_{j=1}^m v_j(B)x_{jt} + n_t \quad (2.32)$$

atau

$$y_t = \sum_{j=1}^m \frac{\omega_j(B)}{\delta_j(B)} B^{bj} x_{jt} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad (2.33)$$

dimana $v_j(B)$ merupakan fungsi transfer untuk deret *input* x_{jt} ke- j dan a_t diasumsikan saling bebas untuk setiap deret *input* x_{it} dan x_{jt} tidak berkorelasi untuk $i \neq j$.

2.5 Inflasi

Inflasi adalah kenaikan harga barang dan jasa secara umum yang merupakan kebutuhan pokok masyarakat (Tripena, 2011). Inflasi dapat disebabkan oleh dua hal, yang pertama adalah tarikan permintaan seperti kelebihan likuiditas, uang, dan alat tukar. Hal ini dipengaruhi oleh peran negara dalam kebijakan moneter Bank Sentral. Sedangkan penyebab inflasi yang kedua adalah desakan atau tekanan produksi terhadap kurangnya produksi juga distribusi. Hal ini dipengaruhi oleh negara dalam kebijakan eksekutor yang dalam hal ini dipegang oleh pemerintah seperti fiskal, kebijakan pembangunan infrastruktur, regulasi, dan lain-lain. Pencapaian inflasi dalam kisaran sarannya merupakan tantangan utama yang saat ini sedang dilakukan oleh Bank Indonesia, mengingat dampak inflasi yang melonjak terhadap aspek ekonomi dan masyarakat lainnya (Setiartiti & Hapsari, 2019).

Inflasi permintaan terjadi akibat adanya permintaan total yang berlebihan, hal ini dipicu oleh banyaknya likuiditas di pasar sehingga terjadi permintaan yang tinggi dan memicu perubahan pada tingkat harga. Bertambahnya volume likuiditas yang terkait dengan permintaan terhadap barang dan jasa mengakibatkan bertambahnya permintaan terhadap faktor-faktor produksi sehingga harganya

meningkat. Membanjirnya likuiditas di pasar juga disebabkan oleh banyak faktor selain yang utama tentunya kemampuan bank sentral dalam mengatur peredaran jumlah uang, kebijakan suku bunga bank sentral, sampai dengan aksi spekulasi yang terjadi di sektor industri keuangan. Jadi, inflasi ini terjadi karena suatu kenaikan dalam permintaan total sewaktu perekonomian yang bersangkutan dalam situasi *full employment* dimana biasanya disebabkan oleh rangsangan volume likuiditas di pasar yang berlebihan. Inflasi desakan biaya terjadi akibat adanya kelangkaan produksi dan/atau juga termasuk adanya kelangkaan distribusi, walaupun permintaan secara umum tidak ada perubahan yang meningkat secara signifikan. Berkurangnya produksi bisa terjadi akibat berbagai hal seperti adanya masalah teknis di sumber produksi (pabrik, perkebunan, dll), bencana alam, cuaca, atau kelangkaan bahan baku untuk menghasilkan produksi tersebut. Hal yang sama dapat terjadi pada distribusi, dimana hal ini faktor infrastruktur memainkan peranan yang sangat penting.

Inflasi memiliki dampak positif dan negatif tergantung parah atau tidaknya inflasi. Apabila inflasi ringan, maka dampaknya akan positif dalam artian dapat mendorong perekonomian lebih baik, seperti meningkatkan pendapatan nasional dan membuat orang bersemangat untuk bekerja, menabung dan mengadakan investasi. Sebaliknya, jika inflasi parah yaitu saat terjadi inflasi tak terkendali (hiperinflasi) maka keadaan perekonomian menjadi kacau dan perekonomian dirasakan lesu.

Tingkat inflasi suatu negara dapat diketahui dengan cara membandingkan IHK_B dengan IHK_A . Secara matematis, besar inflasi dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$Inflasi = \frac{IHK_B}{IHK_A} \times 100 \quad (2.34)$$

dengan:

IHK_A : Indeks harga konsumen tertentu

IHK_B : Indeks harga konsumen periode dasar yang ditentukan

2.6 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dapat menggunakan beberapa kriteria berdasarkan residual dan kesalahan peramalan (Wei, 2006). Salah satu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan sisaannya adalah AIC (*Akaike's Information Criterion*). Semakin kecil nilai AIC maka menunjukkan model yang diperoleh akan semakin baik. Diasumsikan bahwa model deret waktu mempunyai M parameter. Maka nilai AIC didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$AIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2M \quad (2.35)$$

dengan:

n = banyaknya residual

M = jumlah parameter di dalam model

$\hat{\sigma}_a^2$ = penduga dari σ_a^2

Adapun kriteria pemilihan model terbaik untuk peramalan berdasarkan ketepatan peramalan pada data *testing* menggunakan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Semakin kecil nilai MAPE dan semakin mendekati nilai aktual maka semakin baik kinerja model dalam sebuah peramalan (Chai & Draxler, 2014). Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Montgomery et al., 2008):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\% \quad (2.36)$$

Keterangan:

y_t = nilai aktual pada waktu ke- t

\hat{y}_t = nilai hasil peramalan pada waktu ke- t

n = banyaknya data