IMPLEMENTASI MODEL ARIMA MENGGUNAKAN METODE *JACKKNIFE* PADA INDEKS HARGA KONSUMEN DI INDONESIA

SKRIPSI

OLEH
NUR LAILI MUFIDAH
NIM. 18610006

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022

IMPLEMENTASI MODEL ARIMA MENGGUNAKAN METODE *JACKKNIFE* PADA INDEKS HARGA KONSUMEN DI INDONESIA

SKRIPSI

Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Oleh
Nur Laili Mufidah
NIM. 18610006

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022

**IMPLEMENTASI MODEL ARIMA
MENGGUNAKAN METODE *JACKKNIFE*
PADA INDEKS HARGA KONSUMEN DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Oleh
Nur Laili Mufidah
NIM. 18610006**

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji
Tanggal 14 September 2022

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Sri Harini, M.Si.	Ach. Nashichuddin, M.A
NIP. 19731014 200112 2 002	NIP. 19730705 200003 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

IMPLEMENTASI MODEL ARIMA MENGGUNAKAN METODE *JACKKNIFE* PADA INDEKS HARGA KONSUMEN DI INDONESIA

SKRIPSI

Oleh
Nur Laili Mufidah
NIM. 18610006

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 1 Oktober 2022

Ketua Penguji	: Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D	....
Anggota Penguji I	: Fachrur Rozi, M.Si	....
Anggota Penguji II	: Dr. Sri Harini, M.Si	....
Anggota Penguji III	: Ach. Nashichuddin, M.A	....

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Nur Laili Mufidah
NIM	: 18610006
Program Studi	: Matematika
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Judul Skripsi	:Implementasi Model ARIMA Menggunakan Metode *Jackknife* pada Indeks Harga Konsumen di Indonesia

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 1 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,

Nur Laili Mufidah

NIM. 18610006

MOTO

Berangkat penuh keyakinan, berjalan dengan keikhlasan, bersabar hadapi cobaan,

Fa Inna ma'al'usri yusro

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan" (Q.S Al-Insyirah : 6)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

yang tercinta Ayahanda Mohammad Syaiful Anwar dan Ibunda Siti Khotipah serta Adik Muhammad Khoirul Arifin yang senantiasa dengan ikhlas dan istiqomah mendoakan, memberikan semangat, nasihat dan kasih sayang yang tak ternilai kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga, peneliti mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul "Implementasi Model ARIMA Menggunakan Metode *Jackknife* Pada Indeks Harga Konsumen di Indonesia". Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membimbing, memberi dukungan, dan membantu dalam penulisan skripsi, yaitu kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
4. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan pelajaran serta selalu sabar dalam membimbing penulis sampai skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Ach. Nashichuddin, M.A, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu baru bagi penulis.
6. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
7. Ayah, Ibu, Adik, Kakek, Nenek dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun moril, serta semangat dan doa.
8. Sahabat dan teman-teman yang selalu membantu dan memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Seluruh mahasiswa prodi Matematika angkatan 2018 (Aksioma'18).

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang turut serta membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 1 Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR SIMBOL

B : Operator *shift* mundur (*Backward Shift*)
Y_t : Data pada periode ke-t
Y_{t-p} : Data pada periode ke-$(t-p)$
Y_t^d : *Differencing* ke$-d$ periode ke$-t$
a_t : Nilai *error* pada waktu ke-t
a_{t-q} : Nilai *error* sebelumnya waktu ke-$(t-q)$
ϕ_p : Koefisien atau parameter dari model AR ke-p
ϕ_0 : Parameter konstanta
θ_q : Koefisien atau parameter model MA ke-q
γ_k : Fungsi autokovariansi lag ke-k, $k = 1,2,3,\ldots$
ρ_k : Fungsi autokorelasi lag ke-k, $k = 1,2,3,\ldots$
ϕ_{kk} : Fungsi autokorelasi parsial
R_t : Variabel dependen pada waktu ke-t
X_t : Variabel independen pada waktu ke-t
$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^*$: Penduga metode *Jackknife*
$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}}$: Penduga parameter *Jackknife* yang sudah dihilangkan data baris ke-i
n : Banyaknya data
$\widehat{\boldsymbol{\beta}}$: Penduga dari metode OLS
$\hat{Y}_t$: Data ramalan pada periode ke-*t*
σ^2 : Variansi
$F_0(X)$: Suatu fungsi distribusi frekuensi kumulatif yang terjadi di bawah distribusi normal
$S_n(X)$: Suatu fungsi distribusi frekuensi kumulatif yang diobservasi
λ : Parameter transformasi *Box-Cox*

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

Mufidah, Nur Laili. 2022. **Implementasi Model ARIMA Menggunakan Metode *Jackknife* pada Indeks Harga Konsumen di Indonesia**. Skripsi. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Dr. Sri Harini, M.Si. (II) Ach. Nashichuddin, M.A.

Kata kunci : Implementasi, bias, *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), *Jackknife*

ARIMA merupakan metode peramalan jangka pendek yang akurat dengan menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen. Agar model ARIMA menghasilkan peramalan yang lebih optimal, maka model tersebut harus memenuhi asumsi residual *White Noise* dan residual berdistribusi normal. Beberapa asumsi data terkadang tidak terpenuhi. Pada penelitian ini akan dilakukan implementasi model ARIMA (p, d, q) menggunakan metode *Jackknife*. *Jackknife* merupakan metode yang dapat berkerja tanpa membutuhkan asumsi distribusi. *Jackknife* juga merupakan metode *resampling* nonparametrik untuk mengestimasi bias dan standar deviasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui implementasi dan sifat penaksir berdasarkan bias dan variansi model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* pada Indeks Harga Konsumen di Indonesia. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model ARIMA $(2,1,0)$ dengan metode *Jackknife* merupakan metode yang sesuai ketika diterapkan pada data IHK di Indonesia dengan penaksir yang bias sebesar -0,6016, 0,2914, dan 0,7144 dan variansi sebesar 0,0201, 0,1240, dan 0,0332.

ABSTRACT

Mufidah, Nur Laili. 2022. **An Implementation of the ARIMA Model using the Jackknife Method on the Consumer Price Index in Indonesia.** Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Advisor: (I) Dr. Sri Harini, M.Si. (II) Ach. Nashichuddin, M.A.

Keywords: Implementation, bias, Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Jackknife

ARIMA is an accurate short-term forecasting method that uses past and present values of the dependent variable. To produce a more optimal forecast, the ARIMA model should meet the assumptions of White Noise residuals and normally distributed residuals. Sometimes, some data assumptions are not met. In this research, the implementation of the ARIMA model (p, d, q) using the Jackknife method will be carried out. Jackknife is a method that can work without the need for distribution assumptions. Jackknife is a nonparametric resampling method for estimating bias and standard deviation.

The purpose of this research is to determine the implementation results and the feature of estimator based on the bias and variation of the ARIMA model using the Jackknife method on the Consumer Price Index in Indonesia. The results of this research indicate the ARIMA model (2,1,0) with the Jackknife method is appropriate when applied to CPI data in Indonesia with a bias of -0,6016, 0,2914, 0,7144 and variance of 0,0201, 0,1240, 0,0332.

.

مستخلص البحث

مفيدة، نور ليلي. 2022. تطبيق نموذج (ARIMA) باستخدام طريقة (Jackknife) على الرقم القياسي لأسعار المستهلك في إندونيسيا. البحث العلمي. شعبة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى:الدكتورة، سري هاريني، الماجستيرة. المشرف الثاني: أحمد ناصح الدين الماجستير

مفتاح الرموز: التطبيق، التحيز، ***Autoregressive Integrated Moving Average*** ، ***Jackknife***.

ARIMA هو طريقة دقيقة للتنبؤ على المدى القصير باستخدام القيم السابقة والحالية للمتغير التابع. لكي ينتج نموذج ARIMA المزيد من التوقعات المثلى ، يجب أن يفي النموذج بافتراضات بقايا ***White Noise*** ويتم توزيع المخلفات بشكل طبيعي. في بعض الأحيان لا يتم استيفاء بعض افتراضات البيانات. في هذا البحث، سيتم تنفيذ نموذج ARIMA (p,d,q) باستخدام طريقة (Jackknife). (Jackknife) هو طريقة يمكن أن تعمل دون الحاجة إلى افتراضات التوزيع. Jackknife هو طريقة إعادة أخذ عينات غير معلمية لتقدير التحيز والانحراف المعياري أيضًا.

الغرض من هذا البحث هو لمعرفة تطبيق وطبيعة المقدر بناءً على التحيز والتنوّع في نموذج ARIMA باستخدام طريقة (Jackknife) على مؤشر أسعار المستهلك في إندونيسيا. تشير نتائج هذا البحث إلى أن نموذ (ARIMA) (0،1،2) بطريقة Jackknife هو طريقة مناسبة عند تطبيقها على بيانات IHK في إندونيسيا مع التحيز -0.،6016 و 0.،2914 و 0.،7144 والتباين 0.،0201 و 0.،1240 و 0.،0332.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indeks Harga Konsumen (IHK) adalah indeks harga barang dan jasa yang dibeli oleh konsumen selama periode waktu tertentu. IHK merupakan salah satu parameter penting pada sektor perekonomian yang bisa memberikan informasi tentang perkembangan harga yang dibayar konsumen (Mukron, Susianti, Azzahra, Kumala, Widiyana, 2021). IHK juga merupakan salah satu indikator dalam ekonomi makro yang dapat memberikan gambaran tingkat inflasi dan perilaku konsumsi masyarakat (Nafisah & Respatiwulan, 2019). Indikator lainnya yakni digunakan untuk menentukan kebijakan di bidang ekonomi dan mengidentifikasi kondisi perekonomian. IHK juga digunakan untuk menghitung proporsi inflasi. Inflasi yang stabil akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Pada dasarnya sangat banyak kegunaan dari IHK. IHK ini dihitung untuk merekam perubahan harga beli di tingkat konsumen dari sekelompok tetap barang dan jasa yang dikonsumsi masyarakat. Perhitungan IHK mengacu pada tahun dasar penetapan harga dengan persentase nilai dasar 100%. Indeks harga yang lain diketahui dengan melakukan perbandingan tingkat harga pada tahun tersebut dengan tahun dasar. Nilai yang diperoleh dari IHK merupakan rasio dari tahun sekarang dan tahun acuan dasar. Perhitungan IHK ini didasarkan pada pemilihan barang dan jasa melalui Survei Biaya Hidup Masyarakat (SBH) yang terdiri dari tujuh kelompok pengeluaran (Dardiri, 2018).

Dalam Islam konsep IHK ini sudah disinggung dalam Al-Qur'an sebagai takaran yang adil dalam surat *Hud* ayat 85, yang artinya:

"Dan Syu'aib berkata, 'Hai kaumku, cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil, dan janganlah kamu merugikan manusia terhadap hak-hak mereka dan janganlah kamu membuat kejahatan di muka bumi dengan membuat kerusakan."

Ayat tersebut menjelaskan tentang takaran yang adil dalam firman-Nya *"cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil"*. Maksud dari ayat ini adalah perintah Nabi Syu'aib kepada umatnya untuk menyempurnakan takaran atau timbangan dengan jujur dan adil. Perkataan adil dalam surat tersebut bermakna mencukupi dan memenuhi hak-hak orang-orang yang seharusnya mendapatkan hak mereka dari apa yang sudah ditimbang dan ditakar. Hak-hak ini memanglah harus disempurnakan tanpa mengurangi maupun merugikan penerima hak sedikit pun. Ada beberapa riwayat yang menjelaskan ayat tersebut (Al-Bakri, 2007).

Dari penjabaran di atas maka diperlukan informasi yang dapat menggambarkan IHK dengan memperkirakan IHK menggunakan model deret waktu. Menurut Wei (2006) model deret waktu terbagi menjadi model deret waktu stasioner dan deret waktu non stasioner. Model deret waktu stasioner contohnya adalah *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Autoregressive Moving Average* (ARMA). Sedangkan model deret waktu non stasioner adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Menurut Hartati (2017) ARIMA merupakan model yang sederhana dan akurat karena model ini hanya memerlukan data berupa variabel yang akan diramalkan. Menurut Nofiyanto, Nugroho, & Kartini (2015) model ARIMA akan memiliki akurasi yang baik saat digunakan untuk peramalan jangka pendek dengan data *time series* non stasioner dan linier. Agar model ARIMA menghasilkan peramalan yang lebih optimal, maka model tersebut harus memenuhi asumsi residual *White Noise* dan residual berdistribusi normal.

Beberapa asumsi data terkadang tidak terpenuhi. Menurut Rodliyah (2016) metode *Jackknife* merupakan suatu metode yang dapat berkerja tanpa membutuhkan asumsi distribusi, karena sampel data asli digunakan sebagai populasi. Metode *Jackknife* ini adalah metode *resampling* nonparametrik untuk mengestimasi bias dan standar deviasi. Bias adalah kesalahan yang terjadi selama proses pengukuran. Kelebihan dari metode *Jackknife* ini adalah ketelitian pengukurannya yang akurat, bisa digunakan pada sampel kecil, dan distribusi datanya tidak diketahui.

Ada beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang model ARIMA dengan metode *Jackknife*. Yang pertama berjudul "Estimasi Parameter Model ARIMA Menggunakan Metode *Jackknife*" oleh Choiriyah (2017). Pada penelitian ini dihasilkan estimasi parameter model ARIMA dengan metode *Jackknife* dan model ARIMA (1,1,1) menggunakan metode *Jackknife* untuk meramalkan jumlah pelapor SPT Masa PPh dari Kantor Pelayanan Pajak Pratama Singosari.

Penelitian selanjutnya oleh Noeryanti & Herindani (2016) membahas tentang "Estimasi Parameter Regresi Ganda Menggunakan *Bootstrap* dan *Jackknife*". Pada penelitian ini didapatkan estimasi parameter dari metode *Jackknife* lebih baik daripada metode *Bootstrap*. Hal ini bisa dilihat dari standar *error* dari metode *Jackknife* lebih kecil daripada metode *Bootstrap*.

Penelitian yang lain tentang *Jackknife* oleh Rodliyah (2016) adalah "Perbandingan Metode *Bootstrap* dan *Jackknife* dalam Mengestimasi Parameter

Regresi Linier Berganda" dengan hasil penelitian regresi *Jackknife* menghasilkan nilai standar *error* tiap beta dan selang kepercayaan lebih kecil jika dibandingkan dengan regresi *Bootstrap*. Regresi *Jackknife* juga memiliki tingkat akurasi lebih bagus jika dibandingkan dengan regresi *Bootstrap*.

Penelitian selanjutnya oleh Mara, Satyahadewi, & Iskandar (2013) membahas tentang "Efektifitas Metode *Jackknife* dalam Mengatasi Multikoleniaritas dan Penyimpangan Asumsi Normalitas pada Analisis Regresi Berganda" dengan hasil metode *Jackknife* menghasilkan estimator MSE kecil pada kondisi multikolinearitas sekaligus penyimpangan asumsi normalitas dalam hal ini *error* berdistribusi uniform sehingga metode *Jackknife* lebih efektif untuk estimasi parameter regresi.

Selanjutnya penelitian oleh Ariani, Nasution, & Yuniarti (2017) membahas tentang "Perbandingan Metode *Bootstrap* dan *Jackknife Resampling* dalam Menentukan Nilai Estimasi dan Interval Konfidensi Parameter Regresi" dengan hasil metode *Jackknife* adalah metode yang tepat untuk menetapkan nilai dari estimasi parameter dan interval konfidensi parameter regresi. Hal ini disebabkan karena standard *error* hasil metode *Jackknife* lebih kecil sehingga menghasilkan interval konfidensi dengan rentang sempit.

Penelitian yang lain oleh Tiro & Aidid (2019) tentang *Jackknife* membahas tentang "Estimasi Parameter Regresi Ganda Menggunakan *Bootstrap* dan *Jackknife*" yang membahas alternatif penggunaan metode *Jackknife* dan *resampling Bootstrap* untuk memperkirakan parameter model regresi linier jika hasil estimasi dengan metode kuadrat terkecil belum memenuhi asumsi. Hasil estimasi menggunakan metode ini lebih kecil dibandingkan metode kuadrat terkecil dengan sampel asli. Apabila dibandingkan, hasil estimasi menggunakan metode *resampling Jackknife* lebih baik daripada metode *resampling Bootstrap*.

Penelitian tentang model ARIMA oleh Mukron dkk. (2021) yang berjudul "Peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia Menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average*". Pada penelitian ini didapatkan hasil model ARIMA terbaiknya adalah model ARIMA (2,1,3) karena memiliki nilai MS terkecil. Selain itu juga didapatkan hasil peramalan pada periode 73 (Januari 2020) sampai periode 77 (Mei 2020). Penelitian oleh Sari, Goejantoro, & Wahyuningsih (2017) yang berjudul "Estimasi Parameter Model ARIMA untuk Peramalan Debit Air Sungai Menggunakan *Least Square* dan *Goal Programming*". Pada penelitian ini didapatkan hasil peramalan terbaik debit air sungai Karang Mumus di kota Samarinda menggunakan model ARIMA (2,1,2) dengan metode *Least Square*. Desvina, Irawan, & Pitnelly (2021) tentang "Prediksi Jumlah Narapidana Kelas II A Kota Pekanbaru Menggunakan Model ARIMA". Pada penelitian ini model ARIMA (0,1,1) menjadi model terbaik untuk meramalkan data jumlah narapidana lapas Kelas IIA di Kota Pekanbaru. Hartati (2017) tentang "Penggunaan Metode ARIMA dalam Meramal Pergerakan Inflasi". Pada penelitian ini model ARIMA (1,1,1) dengan *Jackknife* sebesar 23,22 menjadi model terbaik dalam peramalan data inflasi. Hasil peramalannya ditunjukkan oleh grafik yang mendekati data aktual.

Berdasarkan penelitian oleh Choiriyah (2017) di atas penulis tertarik untuk meneliti mengenai implementasi model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* dengan data yang berbeda. Penelitian sebelumnya telah menentukan estimasi parameter model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* untuk meramalkan jumlah pelapor SPT Masa PPh dari Kantor Pelayanan Pajak Pratama Singosari. Sementara itu penulis tertarik meneliti implementasi model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* pada IHK di Indonesia, dimana sejauh ini penelitian ini belum pernah ada sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas tentang "Implementasi Model ARIMA menggunakan Metode *Jackknife* pada Indeks Harga Konsumen di Indonesia".

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* pada IHK di Indonesia?
2. Bagaimana sifat penaksir berdasarkan bias dan variansi model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* pada IHK di Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui implementasi model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* pada IHK di Indonesia.
2. Untuk mengetahui sifat penaksir berdasarkan bias dan variansi model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* pada IHK di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

   Dapat menambah wawasan dan meningkatkan ilmu pengetahuan terkait model ARIMA metode *Jackknife*.

2. Bagi Pembaca

   Dapat menambah referensi dan bahan bacaan bagi peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian serupa terkait metode untuk meramalkan data.

3. Bagi Instansi

   a. Menjadi pertimbangan metode alternatif untuk peramalan oleh BPS atau peneliti selanjutnya untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dengan hasil akurat.

   b. Sebagai referensi dan bahan kepustakaan untuk sarana pengembangan wawasan keilmuan khususnya pada program studi Matematika.

1.5 Batasan Masalah

1. Menggunakan data skunder Indeks Harga Konsumen bulanan di Indonesia pada Januari 2014-Desember 2019.
2. Data yang digunakan adalah data sebelum pandemi Covid-19.
3. Model *time series* yang dikaji adalah model ARIMA (p, d, q) non seasonal.
4. Menggunakan uji diagnostik *White Noise* dan distribusi normal.
5. Mengestimasi model ARIMA (p, d, q) dengan metode *Jackknife Delete One*.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Runtun Waktu (*Time Series*)

Deret waktu merupakan suatu urutan pengamatan yang teratur. Deret waktu juga disebut sebagai urutan kronologis pengamatan pada variabel tertentu. Analisis deret waktu mempunyai banyak tujuan dalam pengaplikasiannya. Salah satu tujuan model deret waktu adalah untuk memprediksi masa depan berdasarkan data historis. Model ini mengasumsikan bahwa apa yang akan terjadi di masa depan adalah fungsi dari apa yang terjadi di masa lalu. Model deret waktu mencoba melihat apa yang terjadi pada titik waktu tertentu dan menggunakan data dari deret waktu lalu untuk membuat prediksi (Kuntoro, 2015).

Menurut Ariansyah (2013), data runtun waktu adalah data yang dicatat, dikumpulkan, dan diamati secara berurutan dan sepanjang waktu. Periode waktu yang dapat digunakan adalah dalam rentang minggu, bulan, tahun, atau kuartalan. Dalam beberapa kasus periode waktu yang dipakai dapat berupa jam ataupun hari. Data runtun waktu ini dianalisis untuk mendapatkan pola yang bervariasi di masa lalu. Beberapa komponen dalam analisis runtun waktu yang memengaruhi pola data di masa lalu dan sekarang yang cenderung berulang di masa mendatang yakni (Wei, 2006):

1. Horizontal

   Ini adalah pola data dimana nilai-nilai berfluktuasi dan menyebar disekitar nilai *mean* yang konstan. Pola ini bergerak tanpa ada peningkatan maupun penurunan. Pada *time series* tipe ini disebut *stasionary*.

2. Tren

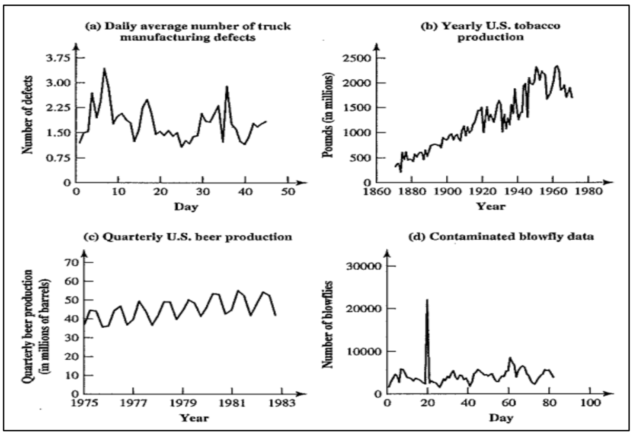
Ini adalah komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan (atau penurunan) data untuk deret waktu. Kekuatan utama yang mempengaruhi tren adalah perubahan populasi, inflasi, perubahan, teknologi, dan peningkatan produktivitas. Pola ini ditandai dengan adanya kenaikan maupun penurunan dalam jangka panjang.

3. Musiman

Ini adalah fluktuasi musiman yang sering ditemukan dalam data triwulanan, bulanan, atau mingguan. Fluktuasi musiman menunjukkan pola perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Misalnya, penjualan barang dan jasa dapat meningkat saat Idul Fitri, Natal, dan Tahun Baru. Pola musiman ini ditandai dengan fluktuasi yang berulang pada waktu tertentu.

4. Siklikal

Ini adalah pola fluktuasi atau siklus dalam data *time series* akibat perubahan kondisi ekonomi. Dengan kata lain, itu adalah perbedaan antara nilai yang diharapkan dari suatu variabel (tren) dan nilai aktualnya: perubahan residual di sekitar tren.



Gambar 2.1 Pola Deret Waktu

2.1.2 Stasioneritas Data

Stasioneritas data berarti bahwa data dalam keadaan konstan atau tidak terdapat perubahan yang drastis pada data tersebut. Dengan kata lain kenaikan dan penurunan data masih berada pada persekitaran nilai rata-rata dan variansi yang konstan serta tidak bergantung pada waktu. Penentuan data stasioner ataupun tidak bisa dilihat dari plot data *time series*nya (Nofiyanto dkk., 2015).

Menurut Wei (2006), stasioneritas pada data dibagi menjadi dua yakni stasioner dalam variansi dan rata-rata.

1. Stasioneritas dalam Variansi

   Data yang sudah stasioner dalam variansi akan memiliki pola yang konstan dari waktu ke waktu. Fluktuasi pada data akan terlihat stabil dan tidak berubah-ubah. Menurut Ardi, Santoso, & Prahutama (2017) data yang tidak stasioner dalam varians dapat dideteksi menggunakan plot *time series* atau dengan plot *Box-Cox*. Rumus transformasi *Box-Cox* untuk mengatasi ketidakstasioneran dalam varians sebagai berikut (Wei, 2006):

   $$T(Y_t) = \frac{Y_t^{\lambda} - 1}{\lambda}, \quad \lambda \neq 0 \tag{2.1}$$

   di mana λ adalah parameter transformasi *Box-Cox*. Ketika λ bernilai 0 maka pendekatan dapat dilakukan dengan rumus berikut:

   $$T(Y_t) = \lim_{\lambda \to 0} \frac{Y_t^{\lambda} - 1}{\lambda} = \ln Y_t, \quad \lambda = 0 \tag{2.2}$$

   Apabila parameter λ bernilai lebih besar sama dengan 1, maka data sudah dikatakan stasioner dalam varians. Namun sebaliknya, apabila parameter λ bernilai kurang dari 1, maka dilakukan transformasi *Box-Cox* (Pamungkas & Wibowo, 2018). Ketentuan nilai λ dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Nilai λ pada Transformasi *Box-Cox*

Nilai estimasi λ (lambda)	Transformasi
-1	$\frac{1}{Y_t}$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Y_t}}$
0	$\ln Y_t$
0,5	$\sqrt{Y_t}$
1	Y_t (tidak ada transformasi)

2. Stasioneritas dalam Rata-rata

Menurut Ardi dkk. (2017) plot fungsi autokorelasi (ACF) dan plot fungsi autokorelasi parsial (PACF) dapat digunakan untuk mendeteksi stasioneritas dalam rata-rata pada data. Selain itu untuk lebih akuratnya uji stasioneritas ini bisa diuji menggunakan uji akar-akar unit dengan jenis pengujian *Augmented Dickey Fuller Test* (ADF *Test*). Menurut Purohit (2021) uji akar-akar unit didapat dari persamaan AR(1) yaitu:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \mu_t \tag{2.3}$$

di mana hipotesis yang digunakan adalah

$H_0 : \phi = 1$ (data bersifat tidak stasioner)

$H_1 : \phi < 1$ (data bersifat stasioner)

dengan kriteria uji sebagai berikut:

H_0 diterima jika *p-value* > 0,05, artinya data bersifat tidak stasioner.

H_0 ditolak jika nilai *p-value* < 0,05, artinya data bersifat stasioner.

Jika data tidak stasioner dalam rata-rata maka dapat dilakukan proses pembedaan (*differencing*). Pada dasarnya *differencing* ini dilakukan dengan kaidah *backward shift* (operator shift mundur). *Backward shift* ini di rumuskan dengan:

$$BY_t = Y_{t-1} \tag{2.4}$$

Pasangan notasi B dan Y_t berpengaruh untuk menggeser data ke satu periode berikutnya. Selanjutnya untuk *differencing* pada orde pertama digunakan rumus:

$$\begin{aligned} Y_t' &= Y_t - Y_{t-1} \\ &= Y_t - BY_t \\ &= (1-B)Y_t \end{aligned} \tag{2.5}$$

Selanjutnya untuk *differencing* pada orde kedua digunakan rumus:

$$\begin{aligned} Y_t'' &= Y_t' - Y_{t-1}' \\ &= (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2}) \\ &= Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2} \\ &= (1 - 2B + B^2)Y_t \\ &= (1-B)^2 Y_t \end{aligned} \tag{2.6}$$

Jadi dapat disimpulkan berdasarkan persamaan (2.5) dan (2.6) apabila dilakukan *differencing* pada orde ke-*d* digunakan rumus sebagai berikut:

$$Y_t^d = (1-B)^d Y_t \tag{2.7}$$

dengan:

Y_t : Data periode ke$-t$

$(1-B)^d$: Operator *differencing* orde ke$-d$

Y_t^d : *Differencing* ke$-d$ periode ke$-t$

2.1.3 Deret Waktu Non Stasioner

Model ARMA mengasumsikan deret waktu stasioner. Namun dalam prakteknya banyak deret waktu menunjukkan perilaku non stasioner. Tren dan pola musiman menunjukkan bahwa deret waktu non stasioner. Oleh karena itu model ARMA tidak dapat digunakan untuk deret non stasioner yang sering ditemui di dunia nyata.

Random walk merupakan model *time series* proses stokastik yang paling sederhana dan merupakan contoh klasik dari model yang tidak stasioner. Ada dua bentuk *random walk* (Bisht & Ram, 2022):

1. *Random Walk without Drift*

   Asumsi pada model ini adalah perubahan nilai Y_t yang berurutan berdasarkan suatu distribusi probalitas dengan *mean* 0. Dengan demikian modelnya dapat dinyatakan sebegai berikut:

   $$Y_t = Y_{t-1} + a_t \text{ atau}$$
   $$Y_t - Y_{t-1} = a_t$$
   $$E(a_t) = 0 \tag{2.8}$$

   dengan a_t adalah *error* yang *"White Noise"*, *mean* = 0, dan variansi = σ^2

   Model di atas dapat diartikan bahwa nilai *Y* pada waktu ke-*t* sama dengan nilai *Y* pada waktu (*t-1)* ditambah *error* yang *White Noise*.

2. *Random Walk with Drift*

   Random Walk with Drift salah satu model *Random Walk* adalah dengan menambahkan *intercepts* atau *drift* pada modelnya. Dengan demikian modelnya dapat dinyatakan sebegai berikut:

   $$Y_t = Y_{t-1} + \mu + a_t \tag{2.9}$$

   Selanjutnya lihat stasioneritas dari model tersebut, dengan demikian:

   $$E\,(Y_t = Y_0 + t\mu + \textstyle\sum_{t=1}^{t} a_t) = Y_0 + t\mu \tag{2.10}$$
   $$V\,(Y_t = Y_0 + t\mu + \textstyle\sum_{t=1}^{t} a_t) = t\sigma^2 \tag{2.11}$$

   Pada model ini terlihat bahwa rata-rata dan variansinya berubah sepanjang waktu.

2.1.4 Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

1. Fungsi Autokorelasi (ACF)

Fungsi autokorelasi atau *Autocorrelation Function* (ACF) merupakan hubungan yang saling ketergantungan antar nilai-nilai variabel pada deret waktu berkala yang sama pada periode waktu yang berbeda. Fungsi autokorelasi dalam *time series* digunakan untuk mengidentifikasi model *time series* dan melihat kestasioneran dalam *mean.*

Proses stasioner $\{Y_t\}$ adalah apabila rata-rata $E(Y_t) = \mu$ dan varians $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$ konstan dan kovarian $Cov(Y_t, Y_s)$ merupakan fungsi dari *differencing* waktu $|t - s|$. Oleh karena itu didapatkan nilai kovarians antara Y_t dan Y_{t+k} sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\gamma_k = Cov(Y_t, Y_{t+k}) = E(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu) \tag{2.12}$$

dengan:

γ_k : Koefisien autokovariansi lag ke-k

Y_t : Data pada periode ke$-t$

Y_{t+k} : Data pada periode ke$-(t + k)$

dan korelasi antara Y_t dan Y_{t+k} sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{Cov(Y_t,\ Y_{t+k})}{\sqrt{Var(Y_t)}\sqrt{Var(Y_{t+k})}} \tag{2.13}$$

$$= \frac{\mathrm{E}[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]}{\sqrt{\mathrm{E}[(Y_t - \mu)^2]}\sqrt{\mathrm{E}[(Y_{t+k} - \mu)^2]}} \tag{2.14}$$

$$= \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \tag{2.15}$$

dengan $Var(Y_t) = Var(Y_{t+k}) = \gamma_0$

dengan:

ρ_k : Koefisien autokorelasi lag ke-$k, k = 1,2,3, ...$

Untuk pengamatan time series $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$, autokorelasi (ρ_k) sampel dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Y_t - \hat{Y})(Y_{t+k} - \hat{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \hat{Y})^2}, k = 0,1,2,.. \quad (2.16)$$

dengan $\hat{Y} = \frac{\sum_{t=1}^{n} Y_t}{n}$

2. Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF)

Fungsi autokorelasi parsial atau *Partial Autocorelation Function* (PACF) berguna untuk menyelidiki korelasi atau mengukur keeratan antara Y_t dan Y_{t+k} setelah menghilangkan dependensi linier pada variabel Y_{t+1},Y_{t+2},...,Y_{t+k-1}. Rumus dari fungsi autokorelasi parsial dalam deret waktu adalah sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Corr(Y_t, Y_{t+k} | Y_{t+1}, \dots, Y_{t+k-1}) \quad (2.17)$$

Autokorelasi parsial (PACF) antara Y_t dan Y_{t+k} akan sama dengan autokorelasi biasa antara $(Y_t - \hat{Y}_t)$ dan $(Y_{t+k} - \hat{Y}_{t+k})$. Jadi, misalkan P_k menyatakan autokorelasi parsial antara Y_t dan Y_{t+k}, maka akan didapatkan (Wei, 2006):

$$P_k = \frac{Cov[(Y_t - \hat{Y}_t), (Y_{t+k} - \hat{Y}_{t+k})]}{\sqrt{Var(Y_t - \hat{Y}_t)}\sqrt{Var(Y_{t+k} - \hat{Y}_{t+k})}} \quad (2.18)$$

PACF bisa diturunkan dengan memperhatikan adanya model regresi. Misalkan Y_{t+k} sebagai variabel dependen (terikat) dari proses stasioner dengan rata-rata nol yang diregresikan pada k lag variabel $Y_{t+k-1,}Y_{t+k-2}$ dan Y_t , maka

$$Y_{t+1} = \phi_{k1}Y_{t+k-1} + \phi_{k2}Y_{t+k-2} + \cdots + \phi_{kk}Y_{t+k-k} + a_{t+k} \quad (2.19)$$

dimana ϕ_{kk} adalah parameter regresi dan a_{t+k} adalah nilai *error*. Selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengalikan kedua sisi persamaan (2.19) dengan Y_{t+k-j} dan menghitung nilai ekspektasi. Kemudian memisalkan nilai $E[Y_{t+k}Y_{t+k-j}] = \gamma_j,\ j = 0,1,,2,\dots,k$ dan $E[a_{t-k}Y_{t-k-j}] = 0$ maka diperoleh

$$\gamma_j = \phi_{k1}\gamma_{j-1} + \phi_{k2}\gamma_{j-2} + .. + \phi_{kk}\gamma_{j-k} \qquad (2.20)$$

Persamaan (2.20) dibagi dengan $E[Y_{t+k}] = \gamma_0$ dan disederhanakan

$$\rho_j = \phi_{k1}\rho_{j-1} + \phi_{k2}\rho_{j-2} + .. + \phi_{kk}\rho_{j-k} \qquad (2.21)$$

Untuk $j = 1,2,\dots,k$, diperoleh sistem persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \phi_{k1}\rho_0 + \phi_{k2}\rho_1 + .. + \phi_{kk}\rho_{j-1} \\ \rho_2 &= \phi_{k1}\rho_1 + \phi_{k2}\rho_0 + .. + \phi_{kk}\rho_{j-2} \\ &\vdots \\ \rho_k &= \phi_{k1}\rho_{k-1} + \phi_{k2}\rho_{k-2} + .. + \phi_{kk}\rho_0 \end{aligned} \qquad (2.22)$$

Dengan menggunakan aturan Cramer, berturut-turut untuk $k = 1,2,\dots$ diperoleh (Wei, 2006):

1. Persamaan untuk lag pertama (*k* = 1) sebagai berikut:

$$\phi_{11} = \rho_1$$

2. Persamaan untuk lag kedua (*k* = 2) sebagai berikut:

$$\phi_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}$$

3. Persamaan untuk lag ketiga (*k* = 3) sebagai berikut:

$$\phi_{33} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_1 & \rho_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}$$

4. Persamaan untuk k lag dan $j = 1,2,3,..,k$ sebagai berikut:

$$\phi_{kk} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}} \tag{2.23}$$

ϕ_{kk} merupakan fungsi atas k dan disebut fungsi autokorelasi parsial (PACF).

2.1.5 Model-Model *Time Series* Stasioner

1. Model *Autoregressive* (AR)

Menurut Nofiyanto dkk. (2015) *Autoregressive* merupakan model yang menggambarkan situasi dimana nilai Z_t pada saat ini dipengaruhi oleh nilai sebelumnya $(Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots)$.Menurut Wei (2006) bentuk persamaan model AR(p):

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \cdots + \phi_p Z_{t-p} + a_t \tag{2.24}$$

atau

$$\phi_p(B)\, Z_t = a_t \tag{2.25}$$

dengan:

$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \cdots - \phi_p B^p)$

$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \cdots - \theta_q B^q)$

$Z_t = Y_t - \mu$

$\mu = \phi_0$

maka persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B - \cdots - \phi_p B^p)(Y_t - \mu) = a_t$$

$$(Y_t - \mu) - \phi_1(Y_{t-1} - \mu) - \phi_2(Y_{t-2} - \mu) - \cdots - \phi_p(Y_{t-p} - \mu) = a_t$$

$$Y_t - \mu - \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1\mu - \phi_2 Y_{t-2} + \phi_2\mu - \cdots - \phi_p Y_{t-p} + \phi_p\mu = a_t$$

$$Y_t - \left(1 - \phi_1 - \cdots - \phi_p\right)\mu - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} - \cdots - \phi_p Y_{t-p} = a_t$$
$$Y_t - \phi_0 - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} - \cdots - \phi_p Y_{t-p} = a_t \quad (2.26)$$

atau

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \quad (2.27)$$

dengan:

Y_t : Data pada periode ke-t

a_t : Nilai *error* pada waktu ke-t

ϕ_p : Koefisien atau parameter dari model AR ke-p

2. Model *Moving Average* (MA)

Menurut Nofiyanto dkk. (2015) model *Moving Average* pertama kali diperkenalkan oleh Slutsky (1927). Bentuk persamaan dari model MA(q) sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.28)$$

atau

$$Z_t = \theta_q(B) a_t$$
$$Z_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q) a_t$$
$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$
$$Y_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$
$$Y_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.29)$$

dengan:

θ_q : Koefisien atau parameter model MA ke-q

3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Menurut Nofiyanto dkk. (2015) model ARMA ini adalah gabungan antara model AR dan MA. Model ARMA dinotasikan dengan (p, q) yang berasal dari model AR(p) dan MA(q). Menurut Wei (2006), bentuk persamaan model ARMA(p, q) sebagai berikut:

$$\phi_p(B)Z_t = \theta_q(B)a_t$$
$$\left(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2-\ldots-\phi_p B^p\right)Z_t = (1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\ldots-\theta_q B^q)a_t$$
$$\left(1-\phi_1 B-\ldots-\phi_p B^p\right)(Y_t-\mu) = (1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\ldots-\theta_q B^q)a_t$$
$$(Y_t-\mu)-\ldots-\phi_p(Y_{t-p}-\mu) = a_t-\theta_1 a_{t-1}-\ldots-\theta_q a_{t-q}$$
$$Y_t-\mu-\ldots-\phi_p Y_{t-p}+\phi_p\mu = a_t-\theta_1 a_{t-1}-\ldots-\theta_q a_{t-q}$$
$$Y_t-\left(1-\phi_1-..-\phi_p\right)\mu-..-\phi_p Y_{t-p} = a_t-\theta_1 a_{t-1}-\ldots-\theta_q a_{t-q}$$
$$Y_t-\phi_0-\phi_1 Y_{t-1}-\ldots-\phi_p Y_{t-p} = a_t-\theta_1 a_{t-1}-\ldots-\theta_q a_{t-q} \quad (2.30)$$

atau

$$Y_t = \phi_0+\phi_1 Y_{t-1}+\ldots+\phi_p Y_{t-p}+a_t-\theta_1 a_{t-1}-\ldots-\theta_q a_{t-q} \quad (2.31)$$

dengan:

Y_t : Data pada periode ke-t

a_t : Nilai *error* pada waktu ke-t

ϕ_p : Koefisien atau parameter model AR ke-p

θ_q : Koefisien atau parameter model MA ke-q

2.1.6 Model-Model *Time Series* Non Stasioner

1. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model ARIMA ini dikembangkan oleh Box dan Jenkins pada tahun 1976. Model ARIMA merupakan metode peramalan jangka pendek yang akurat dengan menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen. Model ini cocok digunakan untuk observasi deret waktu yang berhubungan satu sama lain. Peramalan yang dilakukan dengan ARIMA akan memberikan hasil yang baik karena metode ini tetap memperhatikan kaidah-kaidah data deret waktu (Rahayu, Juwono, & Soetopo, 2019).

Menurut Wei (2006), bentuk umum persamaan model ARIMA sebagai berikut:

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \phi_0 + \theta_q(B)a_t$$

$$(1-\phi_1 B - \ldots - \phi_p B^p)(1-B)^d Y_t = \phi_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q}$$

$$(1-B^d - \ldots - \phi_p B^p + \phi_p B^{p+d})Y_t = \phi_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q}$$

$$Y_t - Y_{t-d} - \ldots - \phi_p Y_{t-p} + \phi_p Y_{t-p-d} = \phi_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q}$$

$$\begin{aligned} Y_t - Y_{t-d} &= \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-1-d} - \ldots - \phi_p Y_{t-p} \\ &+ \phi_p Y_{t-p-d} + \phi_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} \\ &- \ldots - \theta_q a_{t-q} \end{aligned} \quad (2.32)$$

atau

$$Y_t - Y_{t-d} = \phi_0 + \sum_{i=1}^{p} \phi_i (Y_{t-p} - Y_{t-p-d}) + a_t - \sum_{j=1}^{q} \theta_j a_{t-q}$$

$$Y_t = Y_{t-d} + \phi_0 + \sum_{i=1}^{p} \phi_i (Y_{t-p} - Y_{t-p-d}) + a_t - \sum_{j=1}^{q} \theta_j a_{t-q} \quad (2.33)$$

dengan:

Y_t : Data pada periode ke - *t*

a_t : Nilai *error* pada waktu *t*

ϕ_p : Koefisien atau parameter model AR ke$-p$

θ_q : Koefisien atau parameter model MA ke$-q$

$(1-B)^d$: Operator *differencing* orde-d

Selanjutnya untuk penerapan model ARIMA adalah sebagai berikut:

2. Identifikasi Model

Sebelum melakukan peramalan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi apakah data mengandung pola tren, musiman, siklikal, atau horizontal. Setelah diketahui pola dari data tersebut selanjutnya diuji apakah data sudah stasioner atau tidak. Apabila data belum stasioner maka harus distasionerkan terlebih dahulu dengan melakukan *differencing*. Sebaliknya apabila data sudah stasioner maka bisa dilanjutkan ke langkah selanjutnya yaitu melakukan pemilihan model yang tepat. Pemilihan model ini bisa dilakukan melalui fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial yang dijelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 2 Pola Grafik Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

Proses	**ACF**	**PACF**
AR(p)	*Dies down* (menurun secara eksponensial menuju nol)	*Cut off* setelah lag-*p*
MA(q)	*Cut off* setelah lag-*q*	*Dies down* (menuru secara eksponensial menuju nol)
ARMA (p, q)	*Dies down* (menurun secara eksponensial menuju nol) setelah lag-*(q-p)*	*Dies down* (menurun secara eskponensial menuju nol) setelah lag-*(p-q)*

3. Uji Signifikansi Parameter Model

Uji signifikansi parameter digunakan untuk memeriksa ketepatan dari model ARIMA. Misalkan δ adalah suatu parameter pada ARIMA yang mencakup (ϕ dan θ) maka pengujian signifikansi menggunakan uji-t dengan hipotesis sebagai berikut (Rifana & Sulistijanti, 2017):

H_0 : $\delta = 0$ (parameter model tidak signifikan)

H_1 : $\delta \neq 0$ (parameter model signifikan)

Taraf Signifikansi (α): 5%

Untuk statistik uji digunakan rumus sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\delta}}{se\hat{\delta}} \tag{2.34}$$

Dasar Keputusan:

Jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, df=n-n_p}$ atau $p - value < \alpha$ maka H_0 ditolak

Jika $|t_{hitung}| < t_{\alpha/2, df=n-n_p}$ atau $p - value > \alpha$ maka H_0 diterima

4. Uji Diagnostik Model

Pengujian diagnostik model ini dilakukan untuk mengetahui apakah asumsi residual pada model sudah tepat untuk digunakan. Asumsi ini terbagi menjadi dua yakni asumsi *White Noise* dan distribusi normal. Pengujian asumsi *White Noise* ini dilakukan dengan menggunakan *Ljung-Box* dan pengujian asumsi distribusi normal dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

2.1.7 Uji Asumsi Residual

1. Asumsi *White Noise*

Menurut Wei (2006), suatu proses $\{a_t\}$ disebut proses *White Noise* apabila urutan variabel acak tidak berkorelasi antara distribusi tetap dengan *mean* konstan $E(a_t) = \mu_a$ yang biasanya diasumsikan 0, varians konstan $Var(a_t) = \sigma_a^2$ dan $\gamma_k = Cov(a_t, a_{t+k}) = 0$ untuk setiap $k \neq 0$. Menurut definisi, proses *White Noise* $\{a_t\}$ stasioner dengan fungsi autokovarians sebagai berikut:

$$\gamma_k = \begin{cases} \sigma_a^2 & k = 0, \\ 0 & k \neq 0, \end{cases} \tag{2.35}$$

fungsi autokorelasi,

$$\rho_k = \begin{cases} 1 & k = 0, \\ 0 & k \neq 0, \end{cases} \tag{2.36}$$

dan fungsi autokorelasi parsial,

$$\phi_{kk} = \begin{cases} 1, & k = 0, \\ 0, & k \neq 0, \end{cases} \tag{2.37}$$

Autokorelasi dan autokorelasi parsial hanya mengacu pada ρ_k dan ϕ_{kk} untuk $k \neq 0$ karena $\rho_0 = \phi_{00} = 1$. Fenomena dasar dari proses *White Noise* adalah ACF dan PACF-nya yang identik sama dengan nol. Asumsi pada proses *White Noise* ini dapat diuji dengan menggunakan uji *Ljung-Box*.

Uji *Ljung-Box* adalah pengujian *error* pada autokorelasi residual dimana autokorelasi residual ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya residual antar *lag*. Hipotesis dari uji *Ljung-Box* adalah sebagai berikut (Rifana & Sulistijanti, 2017):

H_0 : residual memenuhi syarat *White Noise*

H_1 : residual tidak memenuhi syarat *White Noise*

Taraf Signifikansi (α) : 5%

Untuk statistik uji digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{K}(n-k)^{-1}\hat{\rho}_k^2 \tag{2.38}$$

Dasar keputusan: H_0 ditolak apabila *p-value* $< \alpha$ atau $Q > \mathcal{X}^2_{\alpha;df=K-k}$ di mana K adalah *lag* K dan k adalah jumlah parameter yang ditaksir dalam model.

2. Asumsi Kenormalan Residual

Uji diagnostik residual dari model selain *White Noise* adalah uji kenormalan residual. Pengujian kenormalan residual bisa digunakan dengan menggunakan uji *Kolmogorv-Smirnov*. Pengujian ini berguna untuk mengetahui apakah residual pada model sudah berdistribusi normal. Pengujian kenormalan residual ini bisa dilakukan dengan bantuan *software* komputer Minitab. Asumsi uji *Kolmogorov-Smirnov* ini sebagai berikut (Rifana & Sulistijanti, 2017):

H_0 : sampel atau residual berdistribusi normal

H_1 : sampel atau residual tidak berdistribusi normal

Untuk statistik uji digunakan rumus sebagai berikut:

$$D = KS = maksimum|F_0(X) - S_n(X)| \tag{2.39}$$

Dengan dasar keputusan jika nilai $p - value < \alpha$ atau $D > D_{(\alpha,n)}$, maka tolak H_0. Sebaliknya jika nilai $p - value > \alpha$ atau $D < D_{(\alpha,n)}$, maka terima H_0.

2.1.8 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik bisa dilihat melalui MSE (*Mean square Error*). MSE merupakan suatu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan pada hasil sisa peramalannya. Nilai MSE yang dijadikan sebagai kriteria dalam pemilihan model terbaik dapat diperoleh dari rumus berikut (Rifana & Sulistijanti, 2017):

$$MSE = \sum_{t=1}^{n} \frac{e_t^2}{n} \tag{2.40}$$

dengan:

e_t : selisih nilai aktual dengan nilai ramalan pada waktu ke-*t*

Semakin kecil nilai MSE yang dihasilkan maka nilai taksiran semakin mendekati nilai sebenarnya, atau menandakan bahwa model yang dipilih merupakan model peramalan terbaik.

2.1.9 Estimasi Parameter Metode *Jackknife*

Langkah pertama dalam penaksiran parameter adalah dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) atau biasa disebut metode kuadrat terkecil. Metode kuadrat terkecil merupakan salah satu metode yang paling terkenal untuk memperkirakan *mean* (momen pusat) dari variabel acak. Misalkan model statistik linier sebagai berikut (Rodliyah, 2016):

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{a} \tag{2.41}$$

Model di atas dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & X_{33} & \cdots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \tag{2.42}$$

Untuk mengestimasi parameter $\boldsymbol{\beta}$ dengan metode OLS yakni dengan meminimumkan kuadrat galat

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n} a_i^2 &= a_1^2 + a_2^2 + \cdots + a_n^2 \\ &= [a_1 \quad a_2 \quad \cdots \quad a_n] \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \\ &= \boldsymbol{a^T a} \end{aligned} \tag{2.43}$$

Sehingga dari persamaan (2.43) diperoleh

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{a_i^2} &= \boldsymbol{a^T a} \\ &= (\boldsymbol{Y} - \boldsymbol{X\beta})^{\boldsymbol{T}}(\boldsymbol{Y} - \boldsymbol{X\beta}) \\ &= (\boldsymbol{Y^T} - \boldsymbol{\beta^T X^T})(\boldsymbol{Y} - \boldsymbol{X\beta}) \\ &= \boldsymbol{Y^T Y} - \boldsymbol{Y^T X\beta} - \boldsymbol{\beta^T X^T Y} + \boldsymbol{\beta^T X^T X\beta} \\ &= \boldsymbol{Y^T Y} - (\boldsymbol{Y^T X\beta})^{\boldsymbol{2}} - \boldsymbol{\beta^T X^T Y} + \boldsymbol{\beta^T X^T X\beta} \\ &= \boldsymbol{Y^T Y} - \boldsymbol{\beta^T X^T Y} - \boldsymbol{\beta^T X^T Y} + \boldsymbol{\beta^T X^T X\beta} \\ &= \boldsymbol{Y^T Y} - \boldsymbol{2\beta^T X^T Y} + \boldsymbol{\beta^T X^T X\beta} \end{aligned} \tag{2.44}$$

Taksiran nilai parameter kuadrat terkecil dapat diperoleh dengan melakukan turunan pertama dan menyamakan dengan nol diperoleh

$$\left. \frac{\boldsymbol{\partial(a^T a)}}{\boldsymbol{\partial\beta}} \right|_{\widehat{\boldsymbol{\beta}}} = -\boldsymbol{2X^T Y} + \boldsymbol{2X^T X\beta} = 0$$

$$\boldsymbol{X^T X\beta} = \boldsymbol{X^T Y} \tag{2.45}$$

$\boldsymbol{X^T X}$ adalah matriks non singular sehingga $\boldsymbol{X^T X}$ memiliki invers. Dengan demikian penaksir untuk $\boldsymbol{\beta}$ menjadi

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{X^T X})^{-\boldsymbol{1}}\boldsymbol{X^T Y} \tag{2.46}$$

Selanjutnya pada proses *Jackkife* yang dilakukan dengan prinsip menghilangkan satu data dan mengulangi sebanyak sampel yang ada (Sprent, 1991). Metode *Jackknife* diperkenalkan oleh Quenoullie (1949) untuk pertama kalinya untuk mengestimasi bias. Selanjutnya metode *Jackknife* juga diperkenalkan oleh Tukey (1958) untuk menduga standar deviasi.

Terdapat dua model algoritma untuk regresi *Jackknife* berdasarkan pengamatan resampling yang diberikan. Yang pertama didasarkan pada penghapusan satu dari sampel data asli (*delete one Jackknife*), dan yang kedua didasarkan pada penghapusan beberapa kasus dari sampe asli (*delete d Jackknife*) (Topuz & Sahinler, 2007).

Disini akan digunakan metode *Jackknife* resampling *delete one* dan didekati dengan menggunakan pendekatan komputasi. Salah satu teknik analisis komputasi menggunakan *software* Matlab. Menurut Topuz & Sahinler (2007) prosedur untuk pendekatan *Jackknife* resampling *delete one* adalah sebagai berikut:

1. Proses ARIMA (p, d, q) didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Y_t - Y_{t-d} = \phi_0 + \sum_{i=1}^{p} \phi_1 (Y_{t-1} - Y_{t-p-d}) + a_t - \sum_{j=1}^{q} \theta_j a_{t-q}$$

$$R_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^{p} \phi_i R_{t-p} + a_t - \sum_{j=1}^{q} \theta_j a_{t-q}$$

$$R_t = \phi_0 + \phi_1 R_{t-1} + \cdots + \phi_p R_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q} \qquad (2.47)$$

Persamaan (2.47) dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\boldsymbol{R} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{a} \qquad (2.48)$$

dengan:

$$\boldsymbol{R} : \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{X} : \begin{bmatrix} 1 & R_0 & \cdots & R_{1-p} & a_0 & \cdots & a_{1-q} \\ 1 & R_1 & \cdots & R_{2-p} & a_1 & \cdots & a_{2-q} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R_{t-1} & \cdots & R_{t-p} & a_t & \cdots & a_{t-q} \end{bmatrix} \qquad (2.49)$$

$$\boldsymbol{\beta} : \begin{bmatrix} \phi_0 \\ \phi_1 \\ \vdots \\ \phi_p \\ -\theta_1 \\ \vdots \\ -\theta_q \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{a} : \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix}$$

2. Menghilangkan satu baris dibaris pertama vektor sampai bars ke-*n* sehingga diperoleh

$$\begin{bmatrix} R_2 \\ R_3 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & R_1 & \cdots & R_{2-p} & a_1 & \cdots & a_{2-q} \\ 1 & R_2 & \cdots & R_{3-p} & a_2 & \cdots & a_{3-q} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R_{t-1} & \cdots & R_{t-p} & a_t & \cdots & a_{t-q} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_0 \\ \phi_1 \\ \vdots \\ \phi_p \\ -\theta_1 \\ \vdots \\ -\theta_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \quad (2.50)$$

Sehingga diperoleh model linier

$$\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{i}} = \boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{i}}\boldsymbol{\beta}^{**\boldsymbol{i}} + \boldsymbol{a}^{**\boldsymbol{i}} \quad (2.51)$$

dengan:

$\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{i}}$: matriks variabel dependen yang sudah dihilangkan data baris ke-*i*

$\boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{i}}$: matriks variabel independen yang sudah dihilangkan data baris ke-*i*

$\boldsymbol{a}^{**\boldsymbol{i}}$: matriks *error* yang sudah dihilangkan data baris ke-*i*

3. Mengestimasi parameter $\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}}$ menggunakan metode OLS sebagai berikut

$$\begin{aligned} {\boldsymbol{a}^{**\boldsymbol{i}}}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{a}^{**\boldsymbol{i}} &= (\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{i}} - \boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{I}}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}})^{\boldsymbol{T}}(\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{i}} - \boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{i}}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}}) \\ &= \left(\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{iT}} - (\boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{i}}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}})^{\boldsymbol{T}}\right)\left(\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{i}} - \boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{i}}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}}\right) \\ &= \left(\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{iT}} - \boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{iT}}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{iT}}\right)\left(\boldsymbol{R}^{**\boldsymbol{i}} - \boldsymbol{X}^{**\boldsymbol{i}}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}}\right) \end{aligned}$$

$$= \boldsymbol{R}^{**iT}\boldsymbol{R}^{**i} - \boldsymbol{R}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i} - \boldsymbol{X}^{**iT}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**iT}\boldsymbol{R}^{**i} + \boldsymbol{X}^{**iT}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i} \qquad (2.52)$$

Taksiran nilai parameter kuadrat terkecil harus memenuhi

$$\frac{\partial(\boldsymbol{a}^{**iT}\boldsymbol{a}^{**i})}{\partial\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i}} = 0$$

$$\frac{\partial(\boldsymbol{R}^{**iT}\boldsymbol{R}^{**i})}{\partial\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i}} - \mathbf{2}\,\frac{\partial\left(\boldsymbol{R}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i}\right)}{\partial\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i}} + \frac{\partial(\boldsymbol{X}^{**iT}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i})}{\partial\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i}} = 0$$

$$-\mathbf{2}\boldsymbol{X}^{**i}\boldsymbol{R}^{**iT} + \mathbf{2}\boldsymbol{X}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i} = 0$$

$$\mathbf{2}\boldsymbol{X}^{**i}\boldsymbol{R}^{**iT} = \mathbf{2}\boldsymbol{X}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i} \qquad (2.53)$$

$\boldsymbol{X}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}$ adalah matriks non singular sehingga $\boldsymbol{X}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i}$ memiliki invers. Dengan demikian penaksir untuk $\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i}$ menjadi

$$(\boldsymbol{X}^{**iT}\boldsymbol{X}^{**i})^{-\mathbf{1}}\boldsymbol{X}^{**iT}\boldsymbol{R}^{**i} = \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i} \qquad (2.54)$$

4. Mengulangi langkah 2 dan 3 sebanyak sampel data yang ada sehingga didapatkan parameter $\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{1}}, \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{2}}, \dots, \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{n}}$
5. Selanjutnya dicari parameter *Jackknife* dan dihitung rata-rata nilainya sebagai berikut

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i} \qquad (2.55)$$

dengan:

$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*}$: penduga dari metode *Jackknife*

$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**i}$: penduga dari parameter *Jackknife* yang sudah dihilangkan data baris ke-i

n : banyaknya data

6. Menghitung tingkat akurasi parameter *Jackknife* menggunakan bias dan standar deviasi. Selanjutnya untuk estimasi bias *Jackknife* $\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*}$ yang

dinotasikan dengan $Bias^*$ dapat ditulis sebagai berikut (Topuz & Sahinler, 2007):

$$Bias(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^*) = (n-1)(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^* - \widehat{\boldsymbol{\beta}}) \tag{2.56}$$

dengan:

$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^*$: Penduga dari metode *Jackknife*

$\widehat{\boldsymbol{\beta}}$: Penduga dari metode OLS

n : Banyaknya data

Selanjutnya untuk variansi *Jackknife* dapat dihitung dengan persamaan:

$$Var(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^*) = \frac{(n-1)}{n}\sum_{i=1}^{n}[(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**} - \widehat{\boldsymbol{\beta}}^*)(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**} - \widehat{\boldsymbol{\beta}}^*)'] \tag{2.57}$$

Dengan nilai variansi tiap parameter:

$$Var(\hat{\phi}_0^*) = \frac{(n-1)}{n}\sum_{i=1}^{n}[(\hat{\phi}_0^{**} - \hat{\phi}_0^*)^2]$$

$$Var(\hat{\phi}_1^*) = \frac{(n-1)}{n}\sum_{i=1}^{n}[(\hat{\phi}_1^{**} - \hat{\phi}_1^*)^2]$$

$$\vdots$$

$$Var(\hat{\phi}_k^*) = \frac{(n-1)}{n}\sum_{i=1}^{n}[(\hat{\phi}_2^{**} - \hat{\phi}_2^*)^2] \tag{2.58}$$

Sehingga standar deviasinya menjadi

$$SD(\hat{\phi}_0^*) = \sqrt{Var(\hat{\phi}_0^*)}$$

$$SD(\hat{\phi}_1^*) = \sqrt{Var(\hat{\phi}_1^*)}$$

$$\vdots$$

$$SD(\hat{\phi}_k^*) = \sqrt{Var(\hat{\phi}_k^*)} \tag{2.59}$$

2.1.10 Ketepatan Model

Dalam proses peramalan, ketepatan dipandang sebagai kriteria untuk memilih suatu metode peramalan. Data hasil peramalan haruslah dihitung ketepatan modelnya. Hal ini berguna untuk mengukur ketepatan model dalam menaksir nilai peramalan secara statistik. Menurut Sam, Kurniawati, & Fausia (2022) ketepatan model peramalan bisa dilakukan dengan menghitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Rumus dari MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| \left(\frac{Y_t - \widehat{Y}_t}{Y_t} \right) \times \ 100\% \right|}{n} \tag{2.60}$$

dengan:

Y_t : Data aktual

$\hat{Y}_t$: Data hasil prediksi

n : Banyaknya periode prediksi

Dengan interpretasi mengenai nilai MAPE sebagai berikut (Sam dkk., 2022):

Tabel 2. 3 Interpretasi Nilai MAPE

Nilai MAPE	Interpretasi
<10%	Hasil prediksi sangat baik
10% - 20%	Hasil peramalan baik
20% - 50%	Hasil peramalan layak
>50%	Hasil peramalan sangat buruk

2.1.11 Indeks Harga Konsumen (IHK)

Indeks harga konsumen (IHK) adalah salah satu indikator penting dalam ekonomi yang memberikan informasi mengenai perkembangan harga barang dan jasa yang dibayar oleh konsumen. Dalam perhitungannya, IHK ini bertujuan untuk mengetahui perubahan harga dari kelompok tetap yang menjual barang atau jasa yang pada umumnya di konsumsi masyarakat (Dardiri, 2018).

Dalam kurun waktu tertentu perubahan IHK dapat diketahui dari harga barang dan jasa kebutuhan rumah tangga dalam sehari-hari apakah mengalami tingkat kenaikan (inflasi) atau tingkat penurunan (deflasi), kenaikan dan penurunan harga barang dan jasa ini sangat berpengaruh dalam kemampuan daya beli masyarakat, terutama dari golongan yang mempunyai penghasilan tetap. Data IHK mempunyai beberapa kegunaan yaitu (Dardiri, 2018):

1. Indeksasi upah atau gaji.
2. Indikator moneter atau perkembangan nilai uang.
3. Asumsi APBN.
4. Salah satu indikator bagi pemerintah untuk melihat pertumbuhan ekonomi.
5. Indeksasi nilai tambah bisnis, dan lain-lain.

Dalam pengumpulan data harga konsumen terdapat beberapa konsep dan definisi yang perlu diketahui (Dardiri, 2018):

1. Harga Konsumen

   Harga konsumen didefiniskan sebagai kesepakatan harga antara penjual dan pembeli secara eceran (membeli barang atau jasa dalam satuan terkecil untuk dikonsumsi) dengan pembayaran tunai disebut Harga Konsumen.

2. Satuan

   Dalam pencatatan data IHK satuan yang dipakai merupakan satuan terkecil dan standar untuk seluruh Indonesia yang sudah ditentukan dalam kuesioner.

3. Jenis Barang dan Jasa.

   Barang dan jasa ini adalah paket komoditi kebutuhan rumah tangga yang ada dalam timbangan IHK hasil SBH (Survey Biaya Hidup). SBH ini dikelompokkan menjadi 7 yakni bahan makanan; makanan jadi, minuman, rokok, dan tembakau; perumahan, air, listrik, gas, dan bahan bakar; sandang; kesehatan; pendidikan, rekreasi dan olahraga; transportasi, komunikasi, dan jasa keuangan.

4. Kualitas atau Merk Barang.

   Mencakup suatu kualitas spesifikasi dari barang atau jasa yang mempunyai lebih dari satu merk.

5. Pedagang Eceran

   Pedagang eceran ini adalah pihak yang menjual barang atau jasa kepada pembeli untuk dikonsumsi sendiri, bukan untuk diperjual belikan lagi.

2.2 Konsep Takaran yang Adil dalam Al-Qur'an

Dalam Islam konsep takaran yang adil ini sudah disinggung dalam Al-Qur'an surat *Hud* ayat 85 (Kemenag, 2022):

"Dan Syu'aib berkata, 'Hai kaumku, cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil, dan janganlah kamu merugikan manusia terhadap hak-hak mereka dan janganlah kamu membuat kejahatan di muka bumi dengan membuat kerusakan."

Maksud dari ayat ini adalah perintah Nabi Syu'aib kepada umatnya untuk menyempurnakan takaran atau timbangan dan melarang untuk menguranginya. Nabi Syu'aib mencegah kaumnya untuk tidak mengurangi takaran dan timbangan saat mereka memberikan sesuatu kepada orang lain. Nabi Syu'aib juga memerintahkan kepada kaumnya untuk menepati takaran dan timbangan dengan jujur dan adil, baik saat menerima atau memberi kepada orang lain. Yang terakhir adalah larangan Nabi Syu'aib kepada kaumnya untuk bersifat sombong sehingga membuat kerusakan dimuka bumi. Pada saat itu kaum Nabi Syuaib banyak yang mejadi begal atau penyamun (Ibn Muhammad, 2004).

Menurut Al Bakri (2007) terdapat beberapa pendapat tentang makna dari ayat ini. Abu Ja'far mengatakan bahwa Allah Swt berfirman *"cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil"* dengan maksud perkataan adil dalam surat tersebut adalah mencukupi dan memenuhi hak-hak orang-orang yang seharusnya mendapatkan hak mereka dari apa yang sudah ditimbang dan ditakar. Hak-hak ini memanglah harus disempurnakan tanpa mengurangi maupun merugikan penerima hak sedikit pun. Ada beberapa riwayat yang menjelaskan ayat tersebut. Al Harist mengatakan bahwa makna dari firman "*Dan janganlah kamu merugikan manusia terhadap hak-hak mereka"* adalah larangan untuk mengurangi hak-hak dari penerima hak. Diriwayatkan lagi oleh Bisyr yang bercerita bahwa makna "*Dan janganlah kamu merugikan manusia terhadap hak-hak mereka"* adalah larangan untuk mendzalimi hak-hak dari penerima hak tersebut.

Berdasarkan uraian di atas ayat ini menjelaskan tentang perintah Nabi Syuaib kepada umatnya untuk memenuhi takaran atau timbangan dengan adil dan jujur. Kata takaran pada ayat di atas memiliki makna yang sama dengan ukuran. Sedangkan kata adil dapat diartikan dengan sama berat dan tidak memihak. Proses menakar atau menimbang bertujuan untuk mengetahui ukuran dari benda yang ingin ditakar. Dalam ekonomi keuangan, ukuran statistik ini disebut juga dengan Indeks. Selanjutnya ukuran ini digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan. Dengan adanya acuan ini diharapkan setiap manusia (masayarakat atau konsumen) bisa mendapatkan hak-hak mereka dengan benar tanpa kekurangan maupun kelebihan. Jadi proses menakar atau menimbang dengan adil ini merupakan salah satu usaha untuk mencapai kesejahteraan masyarakat (konsumen).

2.3 Kajian Topik dengan Teori Pendukung

Kajian topik dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan yang pertama adalah membagi data IHK menjadi dua yakni data *in sample* dan data *out sample* dimana data *in sample* adalah data dari Januari 2014-Februari 2018 dan data *out sample* adalah data dari Maret 2018-Desember 2019. Data *in sample* digunakan untuk mencari model dan data *out sample* digunakan untuk mengukur akurasi ramalan periode selanjutnya. Kemudian data *in sample* ini akan diidentifikasi berdasarkan plot *time series* apakah data mengandung pola tren, musiman, siklikal, atau horizontal. Tahapan kedua adalah melakukan pengujian terhadap stasioneritas data IHK di Indonesia terhadap variansi dan *mean.* Apabila belum stasioner dalam variansi, maka dilakukan transformasi *Box-Cox*. Sedangkan apabila data tersebut sudah stasioner dalam variansi maka dilanjutkan pada uji stasioner dalam *mean*. Selanjutnya apabila data belum stasioner dalam *mean,* maka data tersebut harus di*differencing* dan model yang digunakan adalah model ARIMA. Namun apabila data sudah stasioner maka tidak perlu di *differencing* dan model yang digunakan adalah model AR, MA atau ARMA. Kemudian tahapan yang ketiga adalah mengidentifikasi model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF. Penentuan nilai ACF dan PACF ini menggunakan rumus pada persamaan (2.16) dan (2.23). Setelah itu di lakukan penentuan model ARIMA (p, d, q) dan pengujian signifikansi parameternya. Tahapan yang keempat adalah melakukan uji diagnostik model berdasarkan uji asumsi *White Noise* dan uji residual normal. Uji *White Noise* dilakukan dengan menggunakan uji *Ljung-Box* sedangkan uji residual normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov.* Selanjutnya melakukan pemilihan model terbaik berdasarkan MSE.

Tahapan yang keenam adalah mengestimasi parameter model ARIMA (p, d, q) dengan metode *Jackknife*. Pada tahapan ini terdapat beberapa langkah-langkah. Langkah pertama adalah menghapus satu baris data pada model ARIMA (p, d, q) sehingga didapatkan persamaan (2.50) atau (2.51). Kemudian menghitung penaksir pertama dari estimasi parameter metode *Jackknife*. Selanjutnya melakukan penyampelan ulang pada sampel data asli diikuti dengan menghitung rata-rata estimasi parameter metode *Jackknife* menggunakan rumus pada persamaan (2.55). Setelah didapatkan estimasi parameter *Jackknife* tahapan yang ketujuh adalah melakukan identifikasi sifat penaksir. Pada tahapan ini akan dihitung bias, variansi, dan standar deviasi dengan rumus pada persamaan (2.56), (2.57), dan (2.59). Tahapan yang kedelapan adalah melakukan peramalan data IHK di Indonesia. Selanjutnya data hasil peramalan ini dibandingkan dengan data *out sample*. Tahapan yang terakhir adalah menghitung ketepatan dari model menggunakan MAPE. Dari nilai MAPE ini bisa diketahui baik buruknya hasil peramalan.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian yang banyak menggunakan angka, yang diawali dari pengumpulan data, interpretasi data yang diperoleh dan penyajian hasilnya.

3.2 Data dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yakni data bulanan IHK di Indonesia pada bulan pada Januari 2014-Desember 2019. Terhitung ada sebanyak 72 data. Data diambil dari akun resmi Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu https://www.bps.go.id/indicator/3/2/1/indeks-harga-konsumen-umum-.html.

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa dokumen yang diambil dari situs resmi BPS. Dari dokumen tersebut diperoleh variabel IHK secara umum. Dalam pengolahannya variabel tersebut dibagi menjadi dua yakni variabel dependen berupa data IHK di Indonesia yang sudah di *differencing* dilambangkan R_t dan variabel independen berupa data IHK di Indonesia sebelumnya yang sudah di *differencing* dilambangkan $R_{t-1}, R_{t-2}, \dots, R_{t-p}$.

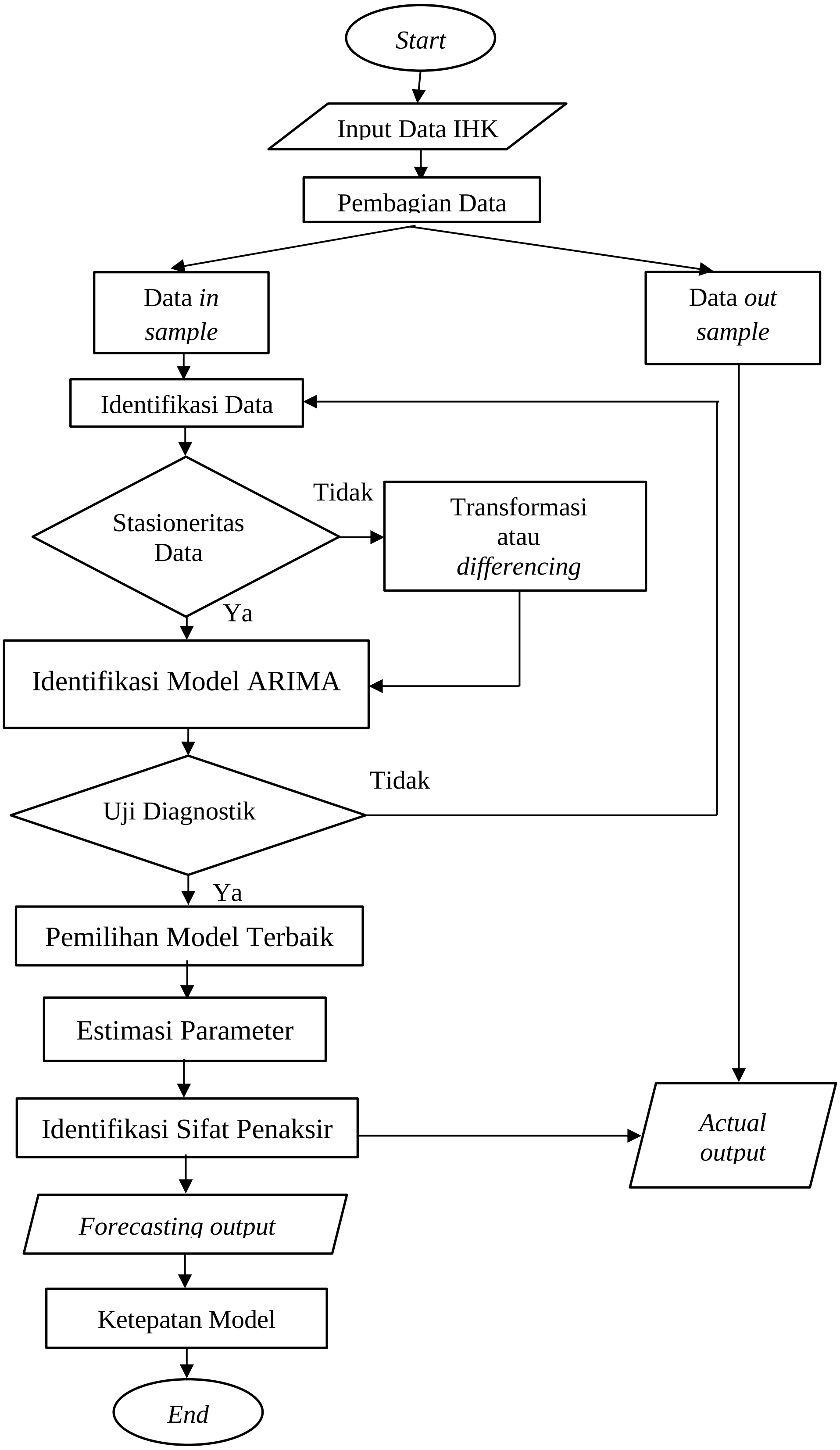
3.4 Teknik Analisis Data

3.4.1 Implementasi Model ARIMA Metode *Jackknife*

Tahapan implementasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membagi data IHK menjadi dua yakni data *in sample* dan data *out sample* dengan persentase data *in sample* 70% dari Januari 2014-Februari 2018 dan data *out sample* 30% dari Maret 2018-Desember 2019. Kemudian mengidentifikasi data *in sample* berdasarkan plot *time series.*
2. Melakukan pengujian terhadap stasioneritas data IHK di Indonesia. Jika belum stasioner terhadap variansi maka dilakukan transformasi dan jika belum stasioner terhadap *mean* maka dilakukan *differencing.*
3. Identifikasi model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF.
4. Melakukan uji diagnostik model berdasarkan uji *White Noise* dan normalitas.
5. Melakukan pemilihan model terbaik berdasarkan MSE.
6. Mengestimasi parameter model ARIMA (p, d, q) dengan metode *Jackknife*
   a. Melakukan Menghapus satu baris data pada model ARIMA (p, d, q)
   b. Menghitung penaksir estimasi parameter *Jackknife* ARIMA (p, d, q)
   c. Melakukan penyampelan ulang pada sampel data asli
   d. Menghitung rata-rata estimasi parameter metode *Jackknife*
7. Melakukan identifikasi sifat penaksir berdasarkan bias dan variansi model *Jackknife*
8. Melakukan peramalan data IHK di Indonesia selama 22 periode (bulan) mendatang. Selanjutnya hasil peramalan dibandingkan dengan data *out sample* atau data aktual.
9. Menentukan ketepatan model berdasarkan MAPE.

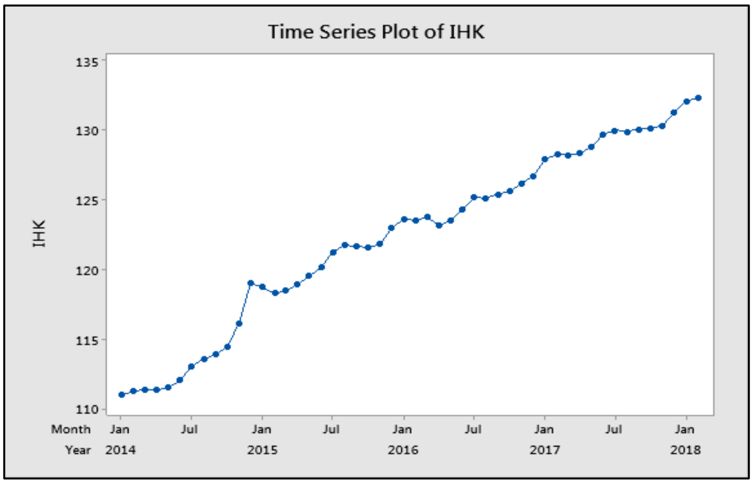
3.4.2 *Flow Chart* Implementasi Model ARIMA Metode *Jackknife*



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Data

Data yang digunakan adalah data *in sample* dan *out sample* dengan perbandingan 70% : 30%. Perbandingan ini didasarkan pada kombinasi terbaik kriteria pemilihan model ARIMA berdasarkan signifikansi parameter, uji *White Noise* dan MSE terkecil pada Lampiran 2. Data *in sample* berupa data IHK di Indonesia yang terdapat pada tabel di Lampiran 1. Kemudian dari data tersebut didapatkan plot:



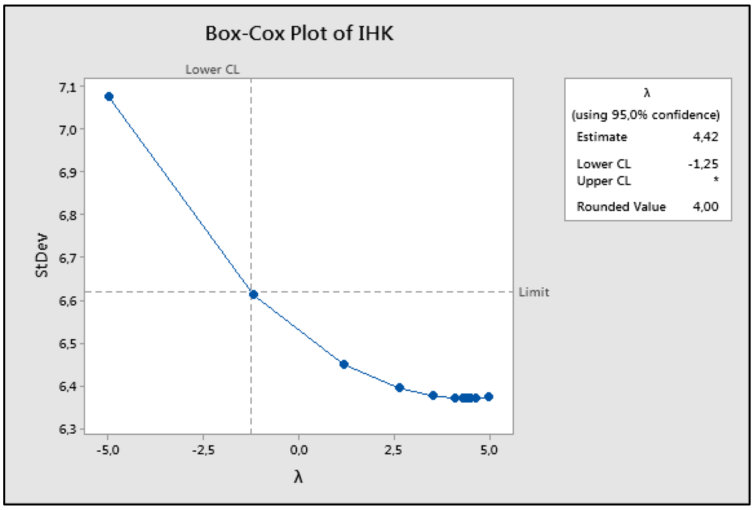
Gambar 4.1 *Time Series* Plot of IHK

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa data IHK mengandung pola tren naik. Hal ini bisa dilihat dari gambar plot yang mengalami kenaikan dari waktu ke waktu. IHK terendah terjadi pada bulan Januari 2014 sejumlah 110,99 dan kenaikan tertinggi terjadi pada bulan Februari 2018 sejumlah 132,32.

4.2 Uji Stasioneritas

4.2.1 Uji Stasioneritas terhadap Variansi

Uji stasioneritas terhadap variansi dapat dilihat dari plot *Box-Cox Transformation* pada nilai λ (lambda). Transformasi ini dilakukan untuk menstasionerkan data yang belum stasioner terhadap variansi. Data dikatakan stasioner terhadap variansi apabila nilai $\lambda \geq 1$. Berikut plot *Box-Cox Transformation* data IHK:



Gambar 4.2 ***Box-Cox Plot of*** **IHK**

Pada Gambar 4.2 *Box-Cox Plot of* IHK terlihat bahwa λ (*Rounded Value*-nya) bernilai 4. Ini berarti data sudah stasioner dalam variansi karena nilai $\lambda \geq 1$.

4.2.2 Uji Stasioner terhadap *Mean*

Uji stasioner terhadap rata-rata dapat dilihat dari plot ACF dan PACF-nya. Nilai koefisien ACF bisa dihitung menggunakan persamaan (2.16) dengan data yang sudah stasioner terhadap variansi. Perhitungan nilai koefisien pada *lag* ke-1:

$$\rho_1 = \frac{\sum_{t=1}^{50}(Y_t - \hat{Y})(Y_{t+1} - \hat{Y})}{\sum_{t=1}^{50}(Y_t - \hat{Y})^2}$$

$$= \frac{\begin{gathered}(110{,}99 - 122{,}3418)(111{,}28 - 122{,}3418) + \\ (111{,}28 - 122{,}3418)(111{,}37 - 122{,}3418) + \\ \ldots + (132{,}1 - 122{,}3418)(132{,}32 - 122{,}3418)\end{gathered}}{(110{,}99 - 122{,}3418)^2 + \ldots + (132{,}32 - 122{,}3418)^2}$$

$$= \frac{1896{,}904}{2023{,}533}$$

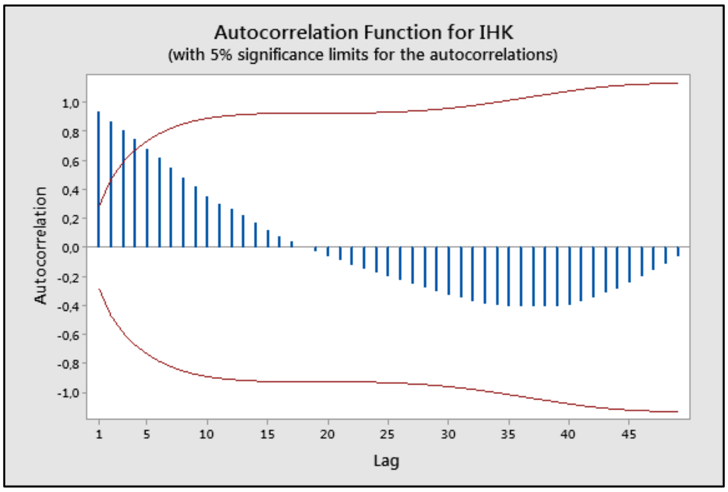
$$= 0{,}937422$$

Perhitungan nilai koefisien ACF dapat dilanjutkan sampai *lag* ke-13 dengan hasil nilai koefisien ACF pada Tabel 4.1. Hasil perhitungannya *lag* yang lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4.1 Nilai ACF *Lag* 1- *Lag* 13

Lag	**ACF**	**T**
1	0,937422	6,63
2	0,870950	3,71
3	0,806863	2,76
4	0,745382	2,23
5	0,682362	1,87
6	0,616618	1,58
7	0,552152	1,35
8	0,485147	1,14
9	0,417728	0,96
10	0,355975	0,80
11	0,304287	0,68
12	0,265969	0,59
13	0,220480	0,48

Nilai koefisien ACF pada Tabel 4.1 kemudian dibuat plot pada Gambar 4.3 mulai dari *lag* 1-*lag* 49 sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Plot ACF dari IHK

Selanjutnya adalah perhitungan dari plot PACF menggunakan persamaan (2.23) menggunakan data yang sudah stasioner terhadap variansi. Hasil perhitungannya pada *lag* 1:

$$\phi_{11} = \rho_1 = 0{,}934722$$

$$\phi_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{\rho_2 - {\rho_1}^2}{1 - {\rho_1}^2}$$

$$= \frac{0{,}870950 - (0{,}934722)^2}{1 - (0{,}934722)^2}$$

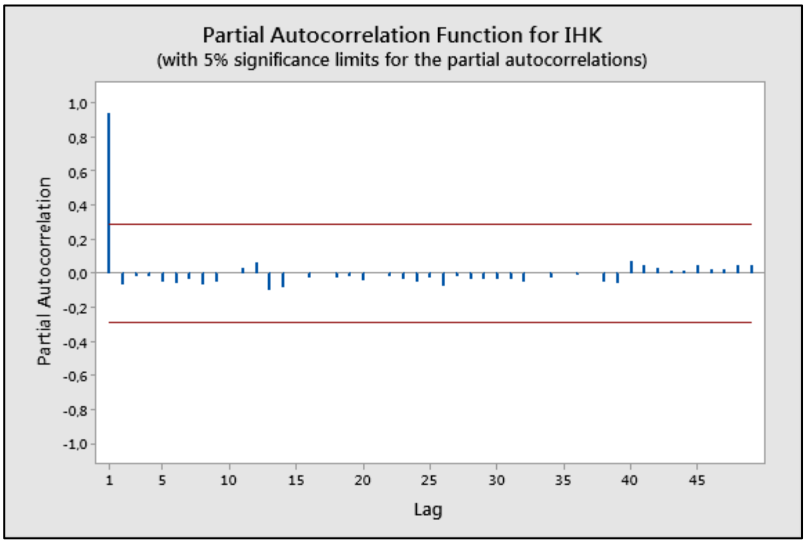
$$= -0{,}064411$$

Perhitungan nilai PACF dapat dilanjutkan sampai *lag* ke-13 dengan hasil nilai koefisien PACF pada Tabel 4.2. Hasil perhitungannya *lag* yang lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4.2 Nilai PACF *Lag* 1- *Lag* 13

Lag	**PACF**	**T**
1	0,937422	6,63
2	-0,064411	-0,46
3	-0,014848	-0,10
4	-0,015090	-0,11
5	-0,048927	-0,35
6	-0,058530	-0,41
7	-0,028732	-0,20
8	-0,064666	-0,46
9	-0,047627	-0,34
10	0,000310	0,00
11	0,035177	0,25
12	0,068551	0,48
13	-0,093834	-0,66

Nilai koefisien PACF pada Tabel 4.2 kemudian dibuat plot pada Gambar 4.4 mulai dari *lag* 1-*lag* 49 sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Plot PACF dari IHK

Dari plot Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa *lag* dari ACF menurun secara perlahan menuju 0. Pada plot PACF hanya ada 1 *lag* yang terpotong yang artinya bisa digunakan model AR (1).

Model AR (1) dengan $\rho = 1$ akan memiliki akar unit dan dikenal sebagai *random walk*. Data yang mempunyai sifat *random walk* dikatakan data yang tidak stasioner. Oleh karena itu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Berikut merupakan hasil dari uji ADF:

Tabel 4. 3 Uji *Augmented Dickey-Fuller*

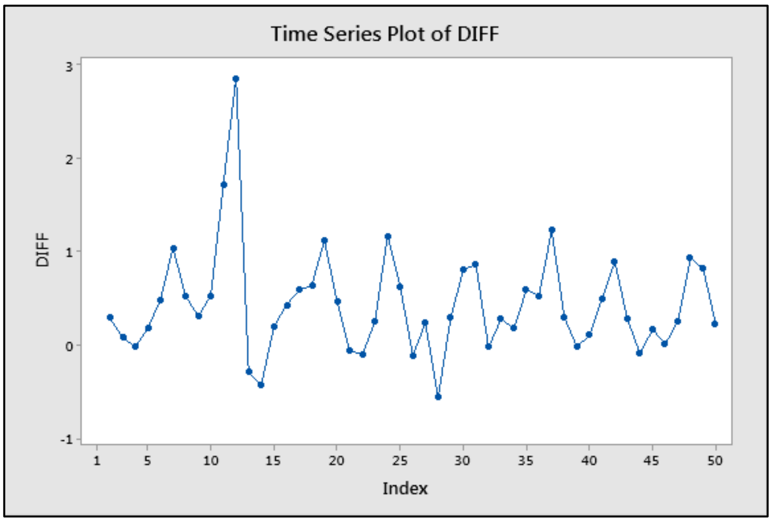
		Statistik-t	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.309548	0.6176
Test critical values:	1% level	-3.577723	
	5% level	-2.925169	
	10% level	-2.600658	

Berdasarkan output Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa *Prob* = 0,6176 lebih besar dari 0,05. Jadi dapat disimpulkan bahwa terima H_0 yang berarti data IHK di Indonesia terdapat *unit root.* Jika data mempunyai *unit root* maka dikatakan data tersebut bergerak secara acak (*random walk*) dan yang mempunyai sifat *random walk* dikatakan sebagai data yang tidak stasioner.

Untuk menstasionerkan data dapat dilakukan *differencing* pada data. Proses *differencing* yang pertama dapat dilakukan sebagai berikut :

$$Y_t' = Y_t - Y_{t-1}$$
$$Y_2' = Y_2 - Y_1$$
$$= 111{,}28 - 110{,}99$$
$$= 0{,}29$$

Untuk hasil *differencing* selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Berikut merupakan plot dari data yang sudah di*differencing*:



Gambar 4. 5 *Time Series* Plot Hasil *Differencing* Data IHK

Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa plot sudah tidak mengandung unsur tren dan berada dipersekitaran rata-rata yaitu nol. Ini menunjukkan bahwa data sudah stasioner terhadap rata-rata.

4.3 Penentuan Model ARIMA

Penentuan model ARIMA ini bisa dilakukan dengan menentukan ordo dari ARIMA (p, d, q) dari tabel dan plot ACF dan PACF yang sudah di *differencing* satu kali. Berikut ini merupakan tabel ACF dan PACF yang sudah di *differencing*:

Tabel 4.4 ACF dari Data IHK yang Sudah di*differencing*

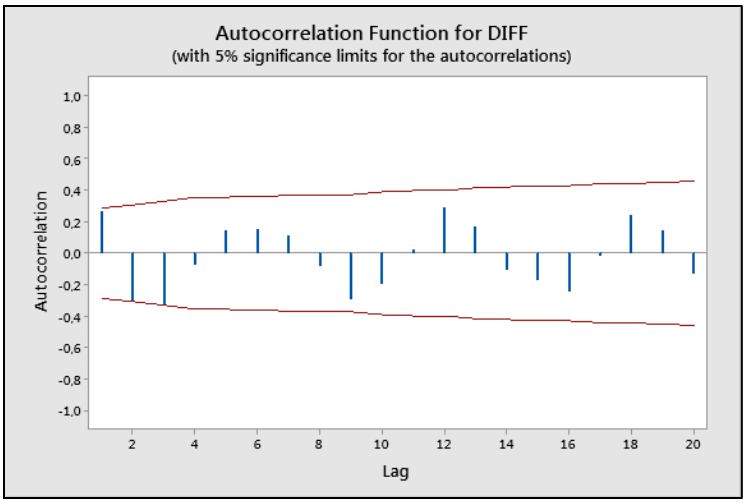
Lag	ACF	T	T_{tabel}
1	0,264536	1,85	
2	-0,300178	-1,97	
3	-0,325538	-1,98	
4	-0,069788	-0,39	
5	0,144521	0,81	
6	0,156886	0,87	
7	0,114757	0,63	$t_{0,025;50}$ =2,00856
8	-0,080890	-0,44	
9	-0,292411	-1,58	
10	-0,196433	-1,01	
11	0,026448	0,13	
12	0,295663	1,49	
13	0,171608	0,83	

Tabel 4.4. menerangkan bahwa dari nilai ACF diketahui tidak ada nilai *lag* dengan |*t-hitung*| > *t-tabel*, sehingga nilai *autoregressive* adalah 0. Nilai *q=0* maka kombinasi maksimum untuk *q* adalah 0.

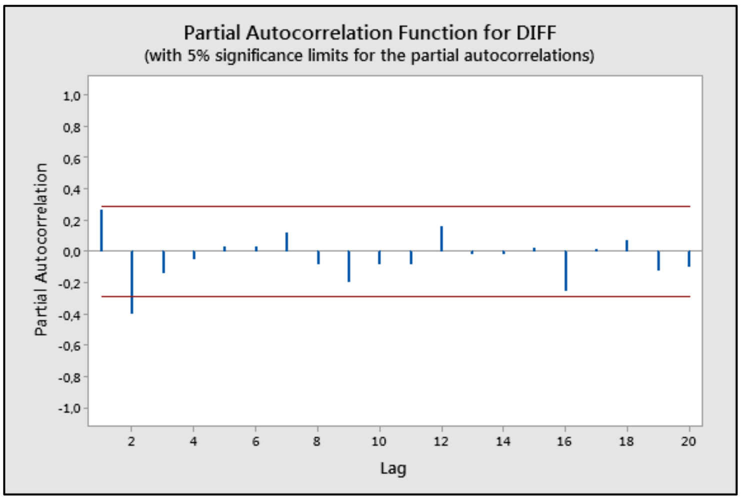
Tabel 4.5 PACF dari Data IHK yang Sudah di*differencing*

Lag	ACF	T	T_{tabel}
1	0,264536	1,85	
2	-0,398009	-2,79	
3	-0,139566	-0,98	
4	-0,045006	-0,32	
5	0,029290	0,21	
6	0,033760	0,24	
7	0,121983	0,85	$t_{0,025;50}$ =2,00856
8	-0,078794	-0,55	
9	-0,197231	-1,38	
10	-0,082717	-0,58	
11	-0,084867	-0,59	
12	0,164993	1,15	
13	-0,017319	-0,12	

Tabel 4.5 menerangkan bahwa dari nilai PACF diketahui hanya di *lag* 2 nilai |*t-hitung*| > *t-tabel*, sehingga nilai *moving average* adalah 2. Nilai *p=2* maka kombinasi maksimum untuk *p* adalah 2. Nilai koefisien ACF dan PACF pada Tabel 4.4 dan 4.5 kemudian dibuat plot pada Gambar 4.6 dan 4.7 sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Plot ACF dari Data IHK yang Sudah di*differencing*



Gambar 4. 7 Plot PACF dari Data IHK yang Sudah di*differencing*

Berdasarkan Tabel 4.4 dan 4.5 model sementara ARIMA (p, d, q) adalah ARIMA (2,1,0) dengan nilai *d* diperoleh dari banyaknya *differencing* yang dilakukan yakni 1. Secara teoritis, proses estimasi dilakukan dengan memasukkan berbagai model dengan nilai *p,d,q* berkisar antara 2,1,0. Pendugaan sementara model adalah pada persekitaran ARIMA (2,1,0).

Selanjutnya dilakukan uji signifikansi pada model. Pada pengujian signifikansi ini digunakan taraf signifikansi 5%. Berikut merupakan hipotesis dari uji signifikansi tersebut:

H_0 : parameter model tidak signifikan

H_1 : parameter model signifikan

Keputusan : $p - value < \alpha$ maka H_0 ditolak

Selanjutnya untuk ringkasan hasil uji signifikansi dari model pendugaan sementara ditunjukkan oleh Tabel 4.6:

Tabel 4. 6 Uji Signifikansi Parameter Model Sementara

Model ARIMA	Parameter	Koefisien	*P-Value*	Keputusan
ARIMA (0,1,1)	MA 1	-0,443	0,001	Signifikan
	C	0,432	0,000	
ARIMA (1,1,0)	AR 1	0,266	0,065	Tidak Signifikan
	C	0,3177	0,000	
ARIMA (1,1,1)	AR 1	-0,146	0,663	Tidak Signifikan
	MA 1	-0,548	0,058	
	C	0,496	0,000	
ARIMA (2,1,0)	AR 2	0,370	0,009	Signifikan
	AR 1	-0.409	0,006	
	C	0,452	0,000	

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (2,1,0) memenuhi uji signifikansi karena seluruh $p - value < 0{,}05$. Langkah selanjutnya adalah pengujian residual model untuk pendugaan sementara model terbaik.

4.4 Uji Asumsi Residual

1. Uji Asumsi *White Noise*

   Pengujian *White Noise* ini dilakukan dengan menggunakan *Q Box-Pierce.* Pengujian ini dilakukan pada model dugaan sementara dengan memperhatikan kriteria signifikan *Q Box-Pierce*. Berikut adalah hipotesis dari uji asumsi *White Noise*:

H_0 : residual memenuhi asumsi *White Noise*

H_1 : residual tidak memenuhi asumsi *White Noise*

Keputusan : $p - value < \alpha$ atau $Q > \mathcal{X}^2_{\alpha;df=K-k}$ maka H_0 ditolak

Tabel 4. 7 Uji *Q Box-Pierce* Model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (2,1,0)

Model	***Lag***	**Df**	**Chi Square Tabel ($\mathcal{X}^2_{\alpha;df=K-k}$)**	**Chi Square Hitung (Q)**	***p-value***
ARIMA(0,1,1)	12	10	18,307	15,69	0,109
	24	22	35,415	30,01	0,118
	36	34	48,602	43,21	0,134
	48	46	65,171	46,37	0,457
ARIMA(2,1,0)	12	9	16,919	8,24	0,510
	24	21	32,671	18,67	0,606
	36	33	47,399	29,32	0,651
	48	45	65,170	31,03	0,944

Pada Tabel 4.7 diketahui bahwa pada ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (2,1,0) untuk semua *lag,* diperoleh $Q < \mathcal{X}^2_{\alpha;df=K-k}$ dan $p - value > \alpha$ dengan α sebesar 0,05 sehingga H_0 diterima yang berarti residual memenuhi asumsi *White Noise.*

2. Uji Distribusi Normal

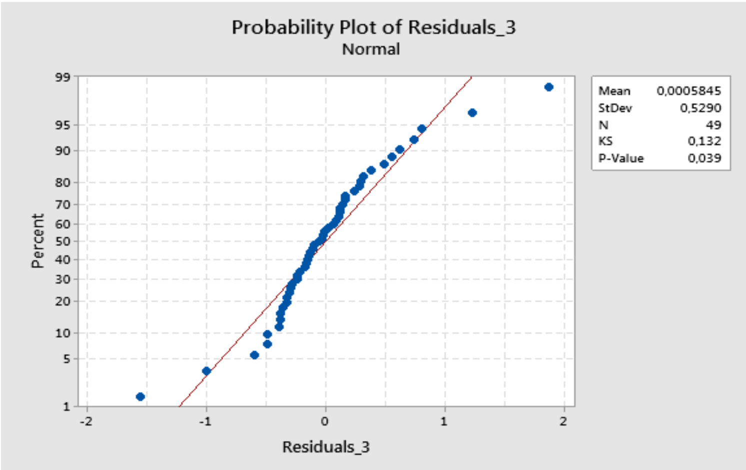
Pengujian normalitas ini dilakukan dengan menggunakan *Kolmogorov Smirnov*. Pengujian ini berguna untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal atau tidak. Adapun hipotesis dari uji normalitas adalah sebagai berikut:

H_0 : Residual berdistribusi normal

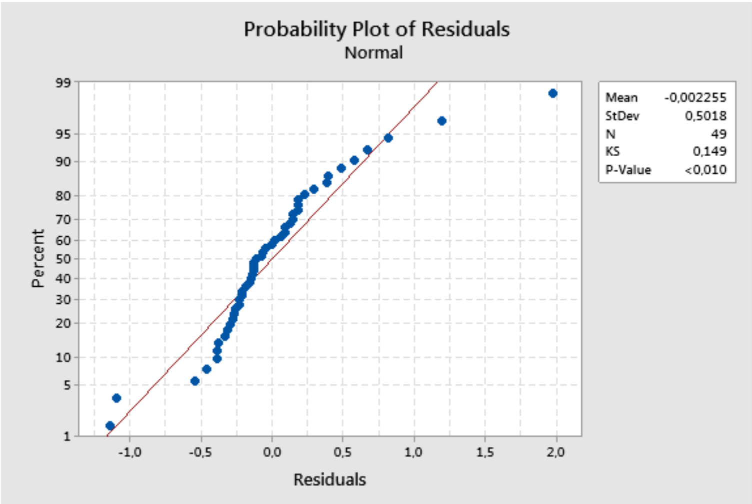
H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Dasar Keputusan : H_0 ditolak apabila $p - value < \alpha$

Berikut merupakan plot hasil uji normalitas:



Gambar 4.8 *Probability Plot of Residuals* ARIMA (0,1,1)



Gambar 4.9 *Probability Plot of Residuals* ARIMA (2,1,0)

Berdasarkan Gambar 4.8 dan 4.9 dapat diketahui bahwa *p-value* ARIMA (0,1,1) bernilai 0,039 < $\alpha = 0{,}05$ dan *p-value* ARIMA (2,1,0) bernilai 0,010 < $\alpha = 0{,}05$. Dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak yang artinya residual tidak berdistribusi normal. Pengestimasian parameter selanjutnya menggunakan metode *Jackknife* karena metode ini dapat bekerja tanpa membutuhkan asumsi distribusi.

4.5 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik bisa dilihat melalui nilai MSE. Berikut merupakan nilai MSE dengan bantuan Minitab-19:

Tabel 4.8 Nilai MSE Model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (2,1,0)

Model	MSE
ARIMA (0,1,1)	0,285847
ARIMA (2,1,0)	0,262712

Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan nilai MSE model ARIMA (2,1,0) lebih kecil dari ARIMA (0,1,1). Sehingga model terbaiknya adalah ARIMA (2,1,0).

4.6 Estimasi Parameter Model ARIMA $(\mathbf{2},\mathbf{1},\mathbf{0})$ menggunakan Metode *Jackknife*

Model yang tepat untuk mengestimasi Indeks Harga Konsumen di Indonesia adalah ARIMA (2,1,0). Model ini bisa ditulis dalam bentuk

$$R_t = \phi_0 + \phi_1 R_{t-1} + \phi_2 R_{t-2} + a_t \tag{4.1}$$

Berdasarkan persamaan (4.1) orde tertingginya adalah 2, sehingga pengestimasian model IHK di Indonesia dimulai pada data ke-3, yakni

$$\begin{gathered} R_3 = \phi_0 + \phi_1 R_2 + \phi_2 R_1 + a_3 \\ R_4 = \phi_0 + \phi_1 R_3 + \phi_2 R_2 + a_4 \\ R_5 = \phi_0 + \phi_1 R_4 + \phi_2 R_3 + a_5 \\ \vdots \\ R_{50} = \phi_0 + \phi_1 R_{49} + \phi_2 R_{48} + a_{50} \end{gathered}$$

atau dapat dituliskan dalam matriks

$$\begin{bmatrix} R_3 \\ R_4 \\ \vdots \\ R_{50} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & R_2 & R_1 \\ 1 & R_3 & R_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R_{49} & R_{48} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_0 \\ \phi_1 \\ \phi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_3 \\ a_4 \\ \vdots \\ a_{50} \end{bmatrix} \tag{4.2}$$

Pengestimasian model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* dimulai dengan menghilangkan satu pengamatan dari data asli dan mengulangi sebanyak jumlah data yang ada. Hasil penghapusan pertama pada model ARIMA (2,1,0) adalah matriks:

$$\begin{bmatrix} R_4 \\ R_5 \\ \vdots \\ R_{50} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & R_3 & R_2 \\ 1 & R_2 & R_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R_{49} & R_{48} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_0 \\ \phi_1 \\ \phi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_4 \\ a_5 \\ \vdots \\ a_{50} \end{bmatrix} \tag{4.3}$$

Kemudian mencari penaksir parameter $\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{1}}$ menggunakan metode OLS sesuai persamaan (2.53):

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{1}} = (\boldsymbol{X}^{**\mathbf{1}\boldsymbol{T}}\boldsymbol{X}^{**\mathbf{1}})^{-\mathbf{1}}\boldsymbol{X}^{**\mathbf{1}\boldsymbol{T}}\boldsymbol{R}^{**\mathbf{1}} \tag{4.4}$$

$$\begin{bmatrix} \phi_0^{**1} \\ \phi_1^{**1} \\ \phi_2^{**1} \end{bmatrix} = \left[\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ R_3 & R_2 & \cdots & R_{49} \\ R_2 & R_1 & \cdots & R_{48} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & R_3 & R_2 \\ 1 & R_2 & R_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R_{49} & R_{48} \end{bmatrix}\right]^{-1} \left[\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ R_3 & R_2 & \cdots & R_{49} \\ R_2 & R_1 & \cdots & R_{48} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_4 \\ R_5 \\ \vdots \\ R_{50} \end{bmatrix}\right]$$

$$\begin{bmatrix} \phi_0^{**1} \\ \phi_1^{**1} \\ \phi_2^{**1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}4560 \\ 0{,}3722 \\ -0{,}4056 \end{bmatrix}$$

Sehingga nilai parameter-parameter model ARIMA (2,1,0) pada penghapusan pertama yaitu

$$\phi_0^{**1} = 0{,}4560$$
$$\phi_1^{**1} = 0{,}3722$$
$$\phi_2^{**1} = -0{,}4056$$

Selanjutnya untuk hasil nilai parameter pada pengambilan sampel menghilangkan baris ke-4 sampai dengan baris ke-50 dapat dilihat pada Lampiran 5. Langkah selanjutnya adalah mencari parameter *Jackknife* yaitu dengan cara menghitung nilai rata-rata dari parameter $\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{1}}, \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{2}}, \ldots, \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{48}}$ sesuai persamaan (2.54) yaitu

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\boldsymbol{i}}$$

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*} = \frac{1}{48}\left(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{1}} + \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{2}} + \cdots + \widehat{\boldsymbol{\beta}}^{**\mathbf{48}}\right) \tag{4.5}$$

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*} = \frac{1}{48}\left(\begin{bmatrix} 0,4560 \\ 0,3648 \\ -0,4056 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,4526 \\ 0,3676 \\ -0,3963 \end{bmatrix} + \cdots + \begin{bmatrix} 0,4405 \\ 0,3762 \\ -0,3883 \end{bmatrix}\right)$$
$$= \begin{bmatrix} 0,4395 \\ 0,3762 \\ -0,3938 \end{bmatrix}$$

Jadi model ARIMA (2,1,0) menggunakan metode *Jackknife* pada data Indeks Harga Konsumen di Indonesia adalah

$$Y_t - Y_{t-1} = 0,4395 + 0,3762(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0,3938(Y_{t-2} - Y_{t-3}) + a_t \quad (4.6)$$

4.7 Identifikasi Sifat Penaksir Berdasarkan Bias dan Variansi Metode *Jackknife*

Setelah didapatkan penduga parameter *Jackknife* kemudian adalah menghitung nilai bias estimator tersebut dengan menggunakan persamaan (2.55):

$$Bias(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*}) = (n-1)(\widehat{\boldsymbol{\beta}}^{*} - \widehat{\boldsymbol{\beta}})$$
$$= (48-1)\left(\begin{bmatrix} 0,4395 \\ 0,3762 \\ -0,3938 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,4523 \\ 0,3700 \\ -0,4090 \end{bmatrix}\right) \quad (4.7)$$
$$= \begin{bmatrix} -0,6016 \\ 0,2914 \\ 0,7144 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya variansi dan standar deviasi *Jackknife* dihitung menggunakan persamaan (2.57) dan (2.58):

$$Var(\phi_0{}^{*}) = \frac{(n-1)}{n}\sum_{i=1}^{n}[\left(\phi_0{}^{**i} - \phi_0{}^{*}\right)^2]$$
$$= \frac{47}{48}\left(\left(\phi_0{}^{**1} - \phi_0{}^{*}\right)^2 + \ldots + \left(\phi_0{}^{**48} - \phi_0{}^{*}\right)^2\right) \quad (4.8)$$
$$= 0,0201$$
$$SD(\phi_0{}^{*}) = \sqrt{Var(\phi_0{}^{*})}$$
$$= 0,1416 \quad (4.9)$$

$$Var(\phi_1{}^*) = \frac{(n-1)}{n}\sum_{i=1}^{n}[(\phi_1{}^{**i} - \phi_1{}^*)^2]$$

$$= \frac{47}{48}\left((\phi_1{}^{**1} - \phi_1{}^*)^2 + \cdots + (\phi_1{}^{**48} - \phi_1{}^*)^2\right) \quad (4.10)$$

$$= 0{,}1240$$

$$SD(\phi_1{}^*) = \sqrt{Var(\phi_1{}^*)}$$

$$= 0{,}3521 \quad (4.11)$$

$$Var(\phi_2{}^*) = \frac{(n-1)}{n}\sum_{i=1}^{n}[(\phi_2{}^{**i} - \phi_2{}^*)^2]$$

$$= \frac{47}{48}\left((\phi_2{}^{**1} - \phi_2{}^*)^2 + \cdots + (\phi_2{}^{**48} - \phi_2{}^*)^2\right) \quad (4.12)$$

$$= 0{,}0332$$

$$SD(\phi_2{}^*) = \sqrt{Var(\phi_2{}^*)}$$

$$= 0{,}1822 \quad (4.13)$$

Dari hasil perhitungan estimasi dengan metode *Jackknife* menghasilkan nilai estimasi $0{,}4329$ dan $-0{,}4007$. Dari nilai estimasi tersebut didapatkan nilai bias sebesar $\begin{bmatrix} -0{,}6016 \\ 0{,}2914 \\ 0{,}7144 \end{bmatrix}$ sehingga bisa dikatakan penaksir metode *Jackknife* bersifat bias. Selain itu didapatkan variansi dari estimatsi *Jackknife* untuk $Var(\phi_0^*) = 0{,}0201$, $Var(\phi_1^*) = 0{,}1240$, dan $Var(\phi_2^*) = 0{,}0332$.

4.8 Peramalan Data Indeks Harga Konsumen di Indonesia

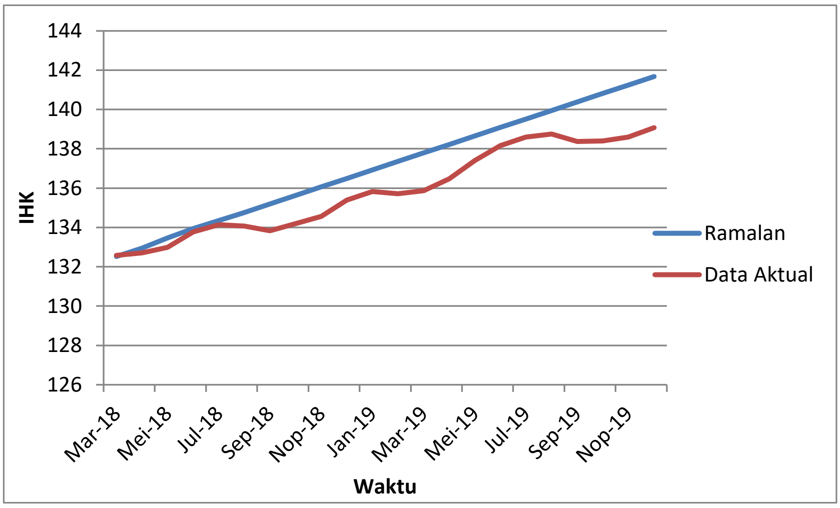
Langkah terakhir dalam adalah melakukan peramalan. Hasil peramalan pada data Indeks Harga Konsumen di Indonesia selama 22 periode terakhir dihitung menggunakan persamaan (4.6).

Berikut merupakan hasil dari peramalan selama 22 periode terakhir tersebut:

Tabel 4. 9 Hasil Peramalan

Tahun	Bulan	Data Ramalan	Data Aktual
2018	Maret	132,52	132,58
	April	132,95	132,71
	Mei	133,47	132,99
	Juni	133,94	133,77
	Juli	134,35	134,14
	Agustus	134,76	134,07
	September	135,19	133,83
	Oktober	135,63	134,20
	November	136,06	134,56
	Desember	136,49	135,39
2019	Januari	136,92	135,83
	Februari	137,36	135,72
	Maret	137,79	135,87
	April	138,22	136,47
	Mei	138,65	137,40
	Juni	139,08	138,16
	Juli	139,52	138,59
	Agustus	139,95	138,75
	September	140,38	138,37
	Oktober	140,81	138,40
	November	141,24	138,60
	Desember	141,68	139,07

Berdasarkan tabel hasil peramalan tersebut, selanjutnya dibuat grafik:



Gambar 4. 10 Grafik Hasil Peramalan

Gambar 4.10 menunjukkan jika data memiliki pola yang identik yaitu kedua pola tersebut memiliki kecenderungan naik. Sehingga berdasarkan hasil estimasi sebelumnya yang didapatkan dari persamaan model dengan menggunakan metode *Jackknife* yaitu $Y_t - Y_{t-1} = 0{,}4395 + 0{,}3762\ (Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0{,}3938\ (Y_{t-2} - Y_{t-3}) + a_t$ dapat dikatakan bahwa model tersebut dapat digunakan pada data Indeks Harga Konsumen di Indonesia.

4.9 Ketepatan Model Peramalan

Untuk uji ketepatan model peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang dihitung menggunakan persamaan (2.59):

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| \left(\frac{Y_t - \widehat{Y}_t}{Y_t} \right) \times\ 100\% \right|}{n}$$

$$MAPE = \frac{0{,}201778}{22} \times 100\%$$

$$= 0{,}92\%$$

Menurut Sam dkk. (2022) nilai MAPE < 10% dikatakan memiliki hasil prediksi sangat baik. Disini didapatkan nilai MAPE 0,92% artinya tingkat akurasi prediksi model sangat baik atau model tepat digunakan pada data Indeks Harga Konsumen di Indonesia.

4.10 Pandangan Islam Tentang Penentuan Harga

Harga merupakan sesuatu kesepakatan mengenai transaksi jual beli barang atau jasa di mana kesepakatan tersebut diridhai oleh kedua belah pihak. Harga tersebut haruslah direlakan oleh kedua belah pihak dalam akad. Hal ini dijelaskan dalam Q.S An-Nisa ayat 29 (Kemenag, 2022):

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا

"Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama suka di antara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu, sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu".

Di dalam ayat ini terdapat unsur penting dari jual beli yaitu dasar halalnya perniagaan adalah saling meridhai antara pembeli dengan penjual, penipuan, pendusataan dan pemalsuan adalah hal-hal yang diharamkan. Dalam perjalanan waktu dakwah Rasulullah, Ia pernah ditanya oleh seorang sahabat tentang siapakah yang paling berhak menentukan harga komoditas perdagangan dalam suatu wilayah. Rasulullah SAW menjawab: *"Pihak yang berhak menentukan harga pasar adalah Allah SWT"*. Jawaban tersebut, dalam pandangan ilmu ekonomi modern dikenal dengan istilah "kekuatan pasar" , yaitu suatu kondisi pasar yang berjalan secara alami tanpa ada intervensi pihak tertentu pada kenaikan dan penurunan harga. Rasulullah saw di minta oleh orang banyak supaya menentukan harga maka jawab Rasulullah saw bersabda (Arifin, 1993) :

"Allah lah yang menentukan harga, yang mencabut yang meluaskan dan yang memberikan rezeki, Saya mengharap ingin bertemu Allah sedang tidak ada seorang pun di antara kamu yang meminta saya supaya berbuat zalim baik terhadap darah maupun harta benda" (Riwayat Ahmad, Abu Daud, Tarmizi, Ibnu Majah, Ad-Darimi dan Abu Ta'la").

Hadits tersebut mengandung pengertian mengenai keharaman penetapan harga walau dalam keadaan harga-harga sedang naik, karena jika harga ditentukan murah akan dapat menyulitkan pihak penjual. Sebaliknya, menyulitkan pihak pembeli jika harga ditentukan mahal. Sementara penyebutan darah dan harta pada hadits tersebut hanyalah merupakan kiasan. Selain itu, karena harga suatu barang adalah hak pihak yang bertransaksi maka kepadanya merekalah diserahkan fluktuasinya.

Karenanya, imam atau penguasa tidak layak untuk mencampuri haknya kecuali jika terkait dengan keadaan bahaya terhadap masyarakat umum. Jika terjadi perselisihan di antara dua pihak, penjual dan pembeli, maka pihak terkait itu harus melakukan ijtihad bagi kepentingan diri mereka sendiri. Menurut Ibnu Taimiyah yang dikutip oleh Yusuf Qardhawi: *"Penentuan harga mempunyai dua bentuk; ada yang boleh dan ada yang haram. Tas'ir ada yang zalim, itulah yang diharamkan dan ada yang adil, itulah yang dibolehkan."*(Qardhawi, 1997).

Dari penjabaran diatas dapat disimpulkan bahwa penentuan harga ini diperbolehkan asalkan terdapat unsur keadilan didalamnya. Agar tercapai keadilan maka diperlukan tolok ukur dalam penentuan harga. Tolok ukur ini berupa Indeks Harga. Indeks Harga yang berhubungan dengan harga kebutuhan pokok sehari-hari adalah Indeks Harga Konsumen (IHK). IHK ini dapat digunakan sebagai acuan oleh para pedagang eceran (penjual) dalam menentukan harga dan konsumen (pembeli) saat akan menawar harga. Dengan ini maka kedua belah pihak bisa saling meridhai sehingga tercipta kesejahteraan antara penjual dan pembeli.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dimulai dengan membagi data yang kemudian dianalisis data *in sample*-nya dengan uji stasioneritas dan model ARIMA. Selanjutnya dilakukan uji diagnostik dan estimasi parameter dengan metode *Jackknife.* Sehingga diperoleh model ARIMA (2,1,0) menggunakan metode *Jackknife* pada Indeks Harga Konsumen di Indonesia sebagai berikut:

   $$Y_t - Y_{t-1} = 0{,}4395 + 0{,}3762\ (Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0{,}3938\ (Y_{t-2} - Y_{t-3}) + a_t$$

2. Penaksir dari model ARIMA (2,1,0) menggunakan metode *Jackknife* yang didapatkan kemudian dihitung nilai bias, standar deviasi dan variansinya. Setelah dihitung dilakukan identifikasi sifat penaksir berdasarkan bias dan variansi. Hasil identifikasi bias model ARIMA menggunakan metode *Jackknife* pada IHK di Indonesia diperoleh penaksir yang bias dengan $Bias(\phi_0^*) = -0{,}6016$, $Bias(\phi_1^*) = 0{,}2914$, dan $Bias(\phi_2^*) = 0{,}7144$ serta $Var(\phi_0^*) = 0{,}0201$, $Var(\phi_1^*) = 0{,}1240$, dan $Var(\phi_2^*) = 0{,}0332$.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah menganalisis model ARIMA dengan menggunakan metode resampling yang lain seperti *Bootstrap*.

DAFTAR PUSTAKA

Ibn Muhammad, Abdullah. (2004). *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 4*. Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i.

Al-Bakri, A. A., Muhammad, M. A., Khalaf, M. A. L., & Hamid, M. M. A., (2007). *Tafsir Al Thabari. Tej. Ahsan Askan*. Jakarta: Pustaka Azzam.

Ardi, T., Santoso, R., & Prahutama, A. (2017). Implementasi Subset Autoregressive Menggunakan Paket Fitar. *Jurnal Gaussian*, 6(4), 510-519.

Ariani, D., Nasution, Y. N., & Yuniarti, D. (2017). Perbandingan Metode Bootstrap Dan Jackknife Resampling Dalam Menentukan Nilai Estimasi Dan Interval Konfidensi Parameter Regresi. *Jurnal Eksponensial*, 8(1), 43-50.

Ariansyah, K. (2013). Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Radio Trunking Terrestrial Dengan Analisis Runtun Waktu. *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, 11(1), 77-92.

Arifin, Bey., dkk. (1993). *Terjemah Sunan Abu Dawud Jilid IV Juz V-VI*. Semarang : CV. Asy Syifa.

Bisht, Dinesh C.S., & Ram, Mangey. (2022). *Recent Advances in Time Series Forecasting*. Boca Raton : CRC Press.

Choiriyah, S. (2017). *Estimasi Parameter Model ARIMA Menggunakan Metode Jackknife*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Dardiri, A. (2018). *Indeks Harga Konsumen 8 Kota di Provinsi Jawa Timur*. Jawa Timur: BPS Provinsi Jawa Timur.

Desvina, A. P., Irawan, C., & Pitnelly, P. (2021). Prediksi Jumlah Narapidana Kelas II A Kota Pekanbaru Menggunakan Model ARIMA. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 7(1), 105-112.

Hartati, H. (2017). Penggunaan Metode Arima Dalam Meramal Pergerakan Inflasi. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 18(1), 1-10.

Kemenag. (2022). *Qur'an Kemenag.* https://quran.kemenag.go.id/ (diakses pada tanggal 2 Juni 2022, pukul 10.15 WIB).

Kuntoro, H. (2015). *Teori & Aplikasi Analisis Seri Waktu*. Sidoarjo : Penerbit Zifatama Publisher.

Mara, M., Satyahadewi, N., & Iskandar, R. (2013). Efektifitas Metode Jackknife dalam Mengatasi Multikolinearitas dan Penyimpangan Asumsi Normalitas pada Analisis Regresi Berganda. *In Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY*, 15, pp.123-126.

Mukron, M. H., Susianti, I., Azzahra, F., Kumala, Y. N., Widiyana, F. R., & Al Haris, M. (2021). Peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Avarage. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 6(1), 20-25.

Nafisah, N., & Respatiwulan, R. (2019) Analisis Faktor Indeks Harga Konsumen Kota Semarang. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 2(2), 113-126.

Noeryanti, dan Herindani, R. (2016). Estimasi Parameter Regresi Ganda Menggunakan Bootstrap dan Jackknife. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNATS)*, pp.531-539.

Nofiyanto, A., Nugroho, R. A., & Kartini, D. (2015). Peramalan Permintaan Paving Blok dengan Metode ARIMA. *Proceedings Konferensi Nasional Sistem Dan Informatika (KNS&I)*, pp.54-59.

Pamungkas, M. B., & Wibowo, A. (2018). Aplikasi Metode Arima Box-Jenkins Untuk Meramalkan Kasus Dbd Di Provinsi Jawa Timur. *The Indonesian Journal of Public Healt*, 13(2), 181-194.

Purohit, S. D. (Ed.).(2021). *Procedings of International Conference on Communication and Computational Technologies: ICCCT 2021*. Springer Nature.

Qardhawi, Yusuf. (1997). *Norma dan Etika Ekonomi Islam*. Jakarta: Gema Insani.

Rahayu, W. S., Juwono, P. T., & Soetopo, W. (2019). Analisis Prediksi Debit Sungai Amprong Dengan Model Arima (Autoregressive Integrated Moving Average) Sebagai Dasar Penyusunan Pola Tata Tanam. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 10(2), 110-119.

Rifana, R. R., & Sulistijanti, W. (2017). Penjualan Sepatu Merek 'Nike' Dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *In Prosiding Seminar Nasional & Internasional*, pp.251-258.

Rodliyah, I. (2016). Perbandingan Metode Bootstrap dan Jackknife dalam Mengestimasi Parameter Regresi Linier Berganda. JMPM: *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 1(1), 76-86.

Sam, M., Kurniawati, E., & Fausia, S. R. (2022). Peramalan Permintaan Smartphone Oppo Android Menggunakan Metode Single Moving Average. *Infinity: Jurnal Matematika dan Aplikasinya*, 2(2), 93-103.

Sari, D. W., Goejantoro, R., & Wahyuningsih, S. (2017). Estimasi Parameter Model ARIMA untuk Peramalan Debit Air Sungai Menggunakan Least Square dan Goal Programming. *Eksponensial*, 7(2), 113-120.

Sprent, P. (1991). *Metode Statistik Noparametrik Terapan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

Tiro, M. A., & Aidid, M. K. (2019). Metode Bootstrap dan Jackknife dalam Mengestimasi Parameter Regresi Linier Ganda (Kasus: Data Kemiskinan Kota Makassar Tahun 2017). *VARIANSI: Journal of Statistics and Its application on Teaching and Research*, 1(2), 32-39.

Topuz, D dan Sahinler, J. (2007). Bootstrap and Jacknife Resampling Algorithm Estimation of Regression Parameters. *Journal of Applied quantitative Method*, 2(2), 188-189

Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods Second Edition.* New Jersey : Pearson Prentice Hall.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Indeks Harga Konsumen (IHK) di Indonesia

No	Tahun	Bulan	IHK
1	2014	Januari	110,99
2		Februari	111,28
3		Maret	111,37
4		April	111,35
5		Mei	111,53
6		Juni	112,01
7		Juli	113,05
8		Agustus	113,58
9		September	113,89
10		Oktober	114,42
11		November	116,14
12		Desember	119,00
13	2015	Januari	118,71
14		Februari	118,28
15		Maret	118,48
16		April	118,91
17		Mei	119,50
18		Juni	120,14
19		Juli	121,26
20		Agustus	121,73
21		September	121,67
22		Oktober	121,57
23		November	121,82
24		Desember	122,99
25	2016	Januari	123,62
26		Februari	123,51
27		Maret	123,75
28		April	123,19
29		Mei	123,48
30		Juni	124,29
31		Juli	125,15
32		Agustus	125,13
33		September	125,41
34		Oktober	125,59
35		November	126,18
36		Desember	126,71
37	2017	Januari	127,94
38		Februari	128,24
39		Maret	128,22
40		April	128,33
41		Mei	128,83
42		Juni	129,72

43		Juli	130,00
44		Agustus	129,91
45		September	130,08
46		Oktober	130,09
47		November	130,35
48		Desember	131,28
49	2018	Januari	132,10
50		Febuari	132,32

Lampiran 2. Kombinasi Perbandingan *In sample* dan *Out Sample*

In Sample (80%) Out Sample (20%)

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,9930	0,0132	75,23	0,000
AR 2	-0,9977	0,0113	-88,63	0,000
MA 1	0,7119	0,0955	7,45	0,000
MA 2	-0,726	0,121	-6,02	0,000
MA 3	-0,265	0,153	-1,74	0,088
Constant	0,4100	0,0763	5,38	0,000

DF	SS	MS
51	10,3312	0,202572

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	10,73	17,45	24,15	30,40
DF	6	18	30	42
P-Value	0,097	0,493	0,765	0,908

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	-0,133	0,302	-0,44	0,662
MA 1	-0,548	0,256	-2,14	0,037
Constant	0,462	0,105	4,42	0,000

DF	SS	MS
54	14,0371	0,259946

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	19,08	37,09	52,22	64,03
DF	9	21	33	45
P-Value	0,025	0,016	0,018	0,032

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
MA 1	-0,452	0,121	-3,75	0,000
Constant	0,4082	0,0973	4,19	0,000

DF	SS	MS
55	14,1095	0,256537

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	18,23	35,39	49,98	61,53
DF	10	22	34	46
P-Value	0,051	0,035	0,038	0,063

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,276	0,130	2,13	0,037
Constant	0,2939	0,0697	4,22	0,000

DF	SS	MS
55	15,2282	0,276877

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	28,67	51,37	71,06	85,53
DF	10	22	34	46
P-Value	0,001	0,000	0,000	0,000

In Sample (70%) Out Sample (30%)

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Valu
AR 1	-0,146	0,334	-0,44	0,663
MA 1	-0,548	0,282	-1,95	0,058
Constant	0,496	0,119	4,16	0,000

DF	SS	MS
46	13,3531	0,290284

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	16,34	31,14	44,61	47,72
DF	9	21	33	45
P-Value	0,060	0,071	0,086	0,363

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,266	0,141	1,89	0,065
Constant	0,3177	0,0792	4,01	0,000

DF	SS	MS
47	14,4520	0,307490

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	24,17	42,57	59,49	63,45
DF	10	22	34	46
P-Value	0,007	0,005	0,004	0,045

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,370	0,135	2,74	0,009
AR 2	-0,409	0,136	-3,01	0,004
Constant	0,4523	0,0732	6,18	0,000

DF	SS	MS
46	12,0848	0,262712

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8,24	18,67	29,32	31,03
DF	9	21	33	45
P-Value	0,510	0,606	0,651	0,944

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
MA 1	-0,443	0,131	-3,38	0,001
Constant	0,432	0,110	3,93	0,000

DF	SS	MS
47	13,4348	0,285847

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	15,69	30,01	43,21	46,37
DF	10	22	34	46
P-Value	0,109	0,118	0,134	0,457

In Sample (60%) Out Sample (40%)

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	-0,162	0,381	-0,42	0,674
MA 1	-0,541	0,325	-1,66	0,104
Constant	0,522	0,136	3,84	0,000

DF	SS	MS
39	12,6806	0,325145

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	13,04	25,52	35,74	*
DF	9	21	33	*
P-Value	0,161	0,226	0,341	*

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	DF	SS	MS	Lag	12	24	36	48
MA 1	-0,419	0,145	-2,90	0,006	40	12,7644	0,319111	Chi-Square	12,69	24,74	35,11	*
Constant	0,449	0,124	3,63	0,001				DF	10	22	34	*
								P-Value	0,242	0,310	0,415	*
Type	**Coef**	**SE Coef**	**T-Value**	**P-Value**	**DF**	**SS**	**MS**	**Lag**	**12**	**24**	**36**	**48**
AR 1	0,253	0,153	1,65	0,106	40	13,6071	0,340178	Chi-Square	19,26	33,43	45,12	*
Constant	0,3360	0,0900	3,73	0,001				DF	10	22	34	*
								P-Value	0,037	0,056	0,096	*

Lampiran 3. Nilai ACF dan PACF Data IHK di Indonesia

Lag	**ACF**	**T**	**PACF**	**T**
1	0,937422	6,63	0,937422	6,63
2	0,870950	3,71	-0,064411	-0,46
3	0,806863	2,76	-0,014848	-0,10
4	0,745382	2,23	-0,015090	-0,11
5	0,682362	1,87	-0,048927	-0,35
6	0,616618	1,58	-0,058530	-0,41
7	0,552152	1,35	-0,028732	-0,20
8	0,485147	1,14	-0,064666	-0,46
9	0,417728	0,96	-0,047627	-0,34
10	0,355975	0,80	0,000310	0,00
11	0,304287	0,68	0,035177	0,25
12	0,265969	0,59	0,068551	0,48
13	0,220480	0,48	-0,093834	-0,66
14	0,169444	0,37	-0,077785	-0,55
15	0,123335	0,27	-0,002063	-0,01
16	0,080610	0,18	-0,025195	-0,18
17	0,043187	0,09	-0,002676	-0,02
18	0,007666	0,02	-0,022787	-0,16
19	-0,024608	-0,05	-0,016192	-0,11
20	-0,057964	-0,13	-0,043763	-0,31
21	-0,088884	-0,19	-0,003727	-0,03
22	-0,117386	-0,25	-0,013011	-0,09
23	-0,144712	-0,31	-0,033947	-0,24
24	-0,170889	-0,37	-0,048894	-0,35
25	-0,195495	-0,42	-0,027983	-0,20
26	-0,225037	-0,48	-0,069501	-0,49
27	-0,252555	-0,54	-0,020163	-0,14
28	-0,278534	-0,59	-0,029996	-0,21
29	-0,302849	-0,64	-0,035454	-0,25
30	-0,325447	-0,68	-0,031405	-0,22
31	-0,346995	-0,72	-0,036340	-0,26
32	-0,368853	-0,76	-0,044658	-0,32
33	-0,384790	-0,78	0,007465	0,05
34	-0,397513	-0,80	-0,025979	-0,18
35	-0,404730	-0,80	-0,001812	-0,01
36	-0,407823	-0,80	-0,008687	-0,06
37	-0,404847	-0,78	0,006765	0,05
38	-0,404437	-0,77	-0,052741	-0,37
39	-0,406983	-0,77	-0,056374	-0,40
40	-0,395567	-0,74	0,074847	0,53
41	-0,373584	-0,69	0,052462	0,37
42	-0,344818	-0,63	0,033592	0,24

43	-0,313669	-0,57	0,016283	0,12
44	-0,280825	-0,51	0,015753	0,11
45	-0,242028	-0,43	0,047879	0,34
46	-0,200898	-0,36	0,025619	0,18
47	-0,157589	-0,28	0,024688	0,17
48	-0,109289	-0,19	0,047809	0,34
49	-0,055977	-0,10	0,052428	0,37

Lampiran 4. Data *Differencing* dan Residual Data IHK di Indonesia

Data	***Differencing***	**Data**	**Residual**
R_1	*	a_1	*
R_2	0,29	a_2	-0,1401
R_3	0,09	a_3	-0,2557
R_4	-0,02	a_4	-0,3870
R_5	0,18	a_5	-0,2281
R_6	0,48	a_6	-0,0472
R_7	1,04	a_7	0,4836
R_8	0,53	a_8	-0,1110
R_9	0,31	a_9	0,0871
R_{10}	0,53	a_{10}	0,1798
R_{11}	1,72	a_{11}	1,1983
R_{12}	2,86	a_{12}	1,9877
R_{13}	-0,29	a_{13}	-1,0974
R_{14}	-0,43	a_{14}	0,3957
R_{15}	0,20	a_{15}	-0,2118
R_{16}	0,43	a_{16}	-0,2724
R_{17}	0,59	a_{17}	0,0603
R_{18}	0,64	a_{18}	0,1452
R_{19}	1,12	a_{19}	0,6722
R_{20}	0,47	a_{20}	-0,1351
R_{21}	-0,06	a_{21}	-0,2279
R_{22}	-0,10	a_{22}	-0,3377
R_{23}	0,25	a_{23}	-0,1899
R_{24}	1,17	a_{24}	0,5841
R_{25}	0,63	a_{25}	-0,1533
R_{26}	-0,11	a_{26}	-0,3167
R_{27}	0,24	a_{27}	0,0863
R_{28}	-0,56	a_{28}	-1,1462
R_{29}	0,29	a_{29}	0,1433
R_{30}	0,81	a_{30}	0,0210
R_{31}	0,86	a_{31}	0,2264
R_{32}	-0,02	a_{32}	-0,4593
R_{33}	0,28	a_{33}	0,1871
R_{34}	0,18	a_{34}	-0,3842
R_{35}	0,59	a_{35}	0,1856
R_{36}	0,53	a_{36}	-0,0671
R_{37}	1,23	a_{37}	0,8229
R_{38}	0,30	a_{38}	-0,3909
R_{39}	-0,02	a_{39}	-0,0800
R_{40}	0,11	a_{40}	-0,2121
R_{41}	0,50	a_{41}	-0,0013
R_{42}	0,89	a_{42}	0,2975
R_{43}	0,28	a_{43}	-0,2973
R_{44}	-0,09	a_{44}	-0,2817

R_{45}	0,17	a_{45}	-0,1344
R_{46}	0,01	a_{46}	-0,5421
R_{47}	0,26	a_{47}	-0,1265
R_{48}	0,93	a_{48}	0,3855
R_{49}	0,82	a_{49}	0,1297
R_{50}	0,22	a_{50}	-0,1553

Lampiran 5. Nilai Penaksir *Jackknife* Data IHK di Indonesia

No	ϕ_0	ϕ_1	ϕ_2
1	0,4560	0,3722	-0,4056
2	0,4526	0,3648	-0,3940
3	0,4489	0,3676	-0,3963
4	0,4416	0,3730	-0,3940
5	0,4277	0,3696	-0,3841
6	0,4410	0,3781	-0,3939
7	0,4398	0,3738	-0,3965
8	0,4363	0,3754	-0,3949
9	0,4142	0,3630	-0,3813
10	0,4639	0,1740	-0,3541
11	0,3207	0,6552	-0,3070
12	0,4512	0,4501	-0,5376
13	0,4520	0,3634	-0,4000
14	0,4523	0,3733	-0,4080
15	0,4385	0,3731	-0,3920
16	0,4376	0,3718	-0,3927
17	0,4315	0,3659	-0,3984
18	0,4404	0,3796	-0,3927
19	0,4416	0,3706	-0,3811
20	0,4511	0,3610	-0,3886
21	0,4483	0,3681	-0,3974
22	0,4179	0,3754	-0,3727
23	0,4415	0,3820	-0,3972
24	0,4406	0,3730	-0,3763
25	0,4376	0,3773	-0,3954
26	0,4834	0,3690	-0,4323
27	0,4324	0,3845	-0,3941
28	0,4382	0,3730	-0,3901
29	0,4366	0,3666	-0,3891
30	0,4418	0,3839	-0,3839
31	0,4359	0,3813	-0,4008
32	0,4533	0,3723	-0,4038
33	0,4344	0,3764	-0,3921
34	0,4417	0,3743	-0,3943
35	0,4274	0,3708	-0,4014
36	0,4406	0,3955	-0,3962
37	0,4409	0,3710	-0,3874
38	0,4474	0,3671	-0,3930
39	0,4399	0,3735	-0,3928
40	0,4321	0,3702	-0,3858
41	0,4430	0,3825	-0,3940
42	0,4446	0,3674	-0,3825
43	0,4450	0,3689	-0,3930
44	0,4610	0,3684	-0,4099

45	0,4446	0,3703	-0,3942
46	0,4265	0,3753	-0,3827
47	0,4384	0,3681	-0,3901
48	0,4405	0,3762	-0,3883
49	0,4560	0,3722	-0,4056

Lampiran 6. *Script* Estimasi Parameter Model ARIMA Menggunakan Metode *Jackknife* Data IHK di Indonesia dengan *Software* Matlab

```
X=xlsread('DatX.xlsx');('A1:B48');
display(X);
Y=xlsread('DatY.xlsx');('A1:A48');
display(Y);
E=xlsread('DatE.xlsx');
E=E(1:48,1);
display(E)
sum=0;
Delta=[];
for k=1:48
display(k)
if k>1 && k<48
 Yk=[Y(1:k-1,:);Y(k+1:48,:)];
 Xk=[X(1:k-1,:);X(k+1:48,:)];
 Ek= [E(1:k-1,:);E(k+1:48,:)];
size(E)
elseif k==1
 Yk=Y(2:48,:);
 Xk=X(2:48,:);
 Ek=E(2:48,:);
 size(E)
elseif k==48
 Yk=Y(1:47,:);
 Xk=X(1:47,:);
 Ek=E(1:47,:);
end
display(Yk)
display(Xk)
display(Ek)
 XTk=Xk';
 XKk=XTk*Xk;
 Xkn=inv(XKk)*XTk*Yk;
 Delta=[Delta,Xkn];
sum=sum+Xkn;
end
size(Xkn)
disp('hasil:')
display(Xkn);
delta_mean=sum/48;
display(sum)
display(delta_mean);
sDelta=size(Delta);
display(delta_mean)
sumv1=0;
for j=1:sDelta(2)
    sumv1=sumv1+((Delta(1,j)-delta_mean(1,1))^2);
end
display(sumv1)
sumv2=0;
for j=1:sDelta(2)
    sumv2=sumv2+((Delta(2,j)-delta_mean(2,1))^2);
end
display(sumv2)
sumv3=0;
for j=1:sDelta(2)
```

```
    sumv3=sumv3+((Delta(3,j)-delta_mean(3,1))^2);
end
display(sumv3)
VarD1=sumv1*(47/48);
VarD2=sumv2*(47/48);
VarD3=sumv3*(47/48);
display(VarD1)
display(VarD2)
display(VarD3)
std1=sqrt(VarD1)
std2=sqrt(VarD2)
std3=sqrt(VarD3)
```

Lampiran 7. Perhitungan MAPE

$\widehat{Y_t}$	Y_t	$Y_t - \widehat{Y_t}$	$\left\|\frac{Y_t - \widehat{Y_t}}{Y_t}\right\|$	$\left\|\frac{Y_t - \widehat{Y_t}}{Y_t} \times 100\%\right\|$
132,52	0,05	0,05	0,05	0,05%
132,95	0,18	0,18	0,18	0,18%
133,47	0,36	0,36	0,36	0,36%
133,94	0,12	0,12	0,12	0,12%
134,35	0,15	0,15	0,15	0,15%
134,76	0,51	0,51	0,51	0,51%
135,19	1,01	1,01	1,01	1,01%
135,63	1,06	1,06	1,06	1,06%
136,06	1,12	1,12	1,12	1,12%
136,49	0,82	0,82	0,82	0,82%
136,92	0,81	0,81	0,81	0,81%
137,36	1,21	1,21	1,21	1,21%
137,79	1,41	1,41	1,41	1,41%
138,22	1,28	1,28	1,28	1,28%
138,65	0,91	0,91	0,91	0,91%
139,08	0,67	0,67	0,67	0,67%
139,52	0,67	0,67	0,67	0,67%
139,95	0,86	0,86	0,86	0,86%
140,38	1,45	1,45	1,45	1,45%
140,81	1,74	1,74	1,74	1,74%
141,24	1,91	1,91	1,91	1,91%
141,68	1,87	1,87	1,87	1,87%
$\sum_{i=1}^{n}\left\|\left(\frac{Y_t - \widehat{Y_t}}{Y_t}\right) \times 100\%\right\|$				20,18%
$\frac{\sum_{i=1}^{n}\left\|\left(\frac{Y_t - \widehat{Y_t}}{Y_t}\right) \times 100\%\right\|}{n}$				0,92%

RIWAYAT HIDUP

Nur Laili Mufidah, lahir di Mojokerto pada tanggal 4 Juni 2000, biasa dipanggil Laili. Tinggal di Griya Qur'an Islamiyah, Jl. Sunan Drajad II/5, Sumbersari, Lowokwaru, Malang. Anak pertama dari Bapak Mohammad Syaiful Anwar dan ibu Siti Khotipah. Riwayat pendidikan yang ditempuh antara lain TK Tunas Mulya dan lulus pada tahun 2006. Melanjutkan pendidikan dasarnya di SDN Gayam dan lulus pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan sekolah di MTsN 3 Mojokerto dan lulus tahun 2015. Pendidikan selanjutnya ditempuh di MAN 1 Mojokerto dan lulus pada tahun 2018. Selama menempuh pendidikan dari SD selalu meraih prestasi peringkat pertama yang beranjut hingga ke MTs dan MA mendapatkan predikat terbaik pertama peminatan MIPA. Disamping itu juga sering mengikuti lomba-lomba baik akademik (bidang kematematikaan) maupun non akademik dan beberapa kali mendapatkan juara. Setelah lulus MA, melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Program Studi Matematika.

Selama menjadi mahasiswa aktif di beberapa organisasi intra maupun ekstra kampus. Organisasi intra kampus yang pernah diikuti antara lain HMJ "Integral" Matematika tahun 2019-2020 bidang kematematikaan dan Dewan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Tahun 2021 bidang keagamaan. Sedangkan organisasi ekstra kampus yang pernah diikuti antara lain PMII Rayon "Pencerahan" Galileo pada tahun 2020 bidang LSO Kewirausahaan, Ikatan Mahasiswa Majapahit Mojokerto pada tahun 2019-2020 sebagai sekretaris umum, Mansari *Alumny Smart Inspirin*g (MARS) pada tahun 2021 sebagai sekretaris umum, IPPNU PAC Bangsal Mojokerto tahun 2019-2021 sebagai koordinator SDM. Selain itu dia juga mengikuti komunitas-komunitas di Program Studi Matematika yakni Al Farazi Community tahun 2020 dan *Mathematics English Club* tahun 2020.

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama	: Nur Laili Mufidah
NIM	: 18610006
Fakultas / Jurusan	: Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi	: Implementasi Model ARIMA Menggunakan Metode *Jackknife* pada Indeks Harga Konsumen di Indonesia
Pembimbing I	: Dr. Sri Harini, M.Si
Pembimbing II	: Ach. Nashichuddin, M.A

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	11 Januari 2022	Konsultasi Bab I	1.
2.	24 Januari 2022	Revisi Bab I dan Konsultasi Bab III	2.
3.	27 Januari 2022	ACC Bab I, III	3.
4.	10 Februari 2022	Konsultasi Kajian Agama (Bab I dan II)	4.
5.	23 Februari 2022	Konsultasi Bab II	5.
6.	22 Februari 2022	Konsultasi Kajian Agama (Bab I dan II)	6.
7.	14 Maret 2022	ACC Kajian Agama (Bab I dan II)	7.
8.	18 Maret 2022	Konsultasi Bab II	8.
9.	29 Maret 2022	ACC Bab I, II, III	9.
10.	09 April 2022	Konsultasi Bab IV	10.
11.	01 Mei 2022	Konsultasi Bab IV	11.
12.	05 Juni 2022	Konsultasi Kajian Agama	12.
13.	10 Juli 2022	Konsultasi Bab IV dan V	13.
14.	13 September 2022	ACC Kajian Agama	14.
15.	01 Oktober 2022	ACC Keseluruhan Bab	15.

Malang, 01 Oktober 2022
Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005