PENERAPAN MODEL *AUTOREGRESIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENEUS* (ARIMAX) DENGAN VARIABEL *DUMMY* UNTUK PERAMALAN NILAI IMPOR MIGAS DI INDONESIA

(Skripsi)

Oleh

MELISA SAPUTRI
1917031053

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

ABSTRACT

APPLICATION OF THE AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENEUS (ARIMAX) MODEL WITH DUMMY VARIABLES FOR FORECASTING THE VALUE OF OIL AND GAS IMPORTS IN INDONESIA.

By :

Melisa Saputri

Time series analysis is one method of statistics that uses observations sequentially over time. The data collected from these observations will be used to make forecasting. Forecasting is a way to estimate values in future periods by taking need to past and present data. Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneus (ARIMAX) is a fairly good method used for forecasting. Eid al-Fitr is closely related to the homecoming tradition. This homecoming tradition affects the number of oil and gas needs in Indonesia. Because Indonesia has not been able to process oil and gas as a whole on its own, oil and gas import value activities are carried out in Indonesia. Therefore, forecasting is needed to estimate oil and gas demand in Indonesia in the coming period and the ARIMAX method is suitable for forecasting the value of oil and gas imports in Indonesia with Eid al-Fitr as a dummy variable. The results of this study obtained the best model to forecast the value of oil and gas imports with Eid al-Fitr is the ARIMAX model (3, 1, 1) because it has RMSE values (483.36), AIC (2051.93) and MAPE (17.00) where these values are the smallest values and mean that the MAPE value falls into the good category of 10% < MAPE <20%.

Keywords: Oil and Gas Imports, Idul Fitri, Forecasting, ARIMAX, Dummy Variables

ABSTRAK

PENERAPAN MODEL *AUTOREGRESIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENEUS* (ARIMAX) DENGAN VARIABEL *DUMMY* UNTUK PERAMALAN NILAI IMPOR MIGAS DI INDONESIA

Oleh :

Melisa Saputri

Analisa deret waktu merupakan salah satu metode dari statistika yang menggunakan pengamatan secara berurutan dari waktu ke waktu. Data yang dikumpulkan dari pengamatan tersebut akan di gunakan untuk melakukan peramalan (*forecasting).* *Forecasting* adalah cara untuk memperkirakan nilai pada periode yang akan datang dengan memperhatikan data masalalu maupun masa kini. *Autoregressive Integrated Moving Average* with Exogeneus (ARIMAX) merupakan metode yang cukup baik digunakan untuk melakukan *forecasting.* Hari raya idul fitri berkaitan erat dengan tradisi mudik. Tradisi mudik ini mempengaruhi angka kebutuhan minyak dan gas di Indonesia. Dikarenakan Indonesia belum mampu untuk mengolah minyak dan gas secara utuh sendiri maka dilakukan kegiatan nilai impor minyak dan gas di Indonesia. Karena itu dibutuhkan peramalan untuk memperkirakan kebutuhan minyak dan gas di Indonesia di periode yang akan datang dan metode ARIMAX cocok untuk meramalkan nilai impor migas di Indonesia dengan hari raya idul fitri sebagai variabel *dummy*. Hasil dari penelitian ini didapat model terbaik untuk meramalkan nilai impor migas dengan hari raya idul fitri adalah model ARIMAX (3, 1, 1) karena memiliki nilai RMSE (483,36), AIC(2051,93) dan MAPE (17,00) dimana nilai tersebut merupakan nilai terkecil dan artinya nilai MAPE masuk kedalam kategori baik yaitu 10%<MAPE<20%.

Kata Kunci : Impor Migas, Idul Fitri, Peramalan, ARIMAX, Variabel *Dummy*

PENERAPAN MODEL *AUTOREGRESIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENEUS* (ARIMAX) DENGAN VARIABEL *DUMMY* UNTUK PERAMALAN NILAI IMPOR MIGAS DI INDONESIA

Oleh
MELISA SAPUTRI
1917031053

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

Judul Skripsi : PENERAPAN *MODEL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENEUS* (ARIMAX) DENGAN VARIABEL *DUMMY* UNTUK PERAMALAN NILAI IMPOR MIGAS DI INDONESIA

Nama Mahasiswa : Melisa Saputri

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917031053

Program Studi : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.	**Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.**
NIP. 19740726 00003 2 001	**NIP. 19620704 198803 1 002**

2. Ketua Jurusan Matematika

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua	**: Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.**	....
Sekretaris	**: Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.**	....
Penguji Bukan Pembimbing	**: Ir. Warsono, M.S., Ph.D.**	....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Dr. Eng Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **1 Agustus 2023**

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: **Melisa Saputri**
Nomor Pokok Mahasiswa	: **1917031053**
Jurusan	: **Matematika**
Judul Skripsi	: **PENERAPAN *MODEL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENEUS* (ARIMAX) DENGAN VARIABEL *DUMMY* UNTUK PERAMALAN NILAI IMPOR MIGAS DI INDONESIA**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2023
Penulis,

METERAI TEMPEL
10000
08CAKX532207635

Melisa **Saputri**
NPM. 1917031053

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Melisa Saputri, dilahirkan di Mulya Asri, Tulang Bawang Barat pada tanggal 29 Oktober 2000 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Lias Setiawan dan Ibu Suslina Wati.

Penulis telah menempuh Pendidikan di TK Melati Mulya Asri tahun 2006-2007, sekolah dasar di SDN 6 Mulya Asri tahun 2007-2013, sekolah menengah pertama di SMPN 1 Tulang Bawang Tengah tahun 2013-2016, dan melanjutkan sekolah menengah atas di SMAN 1 Tumijajar tahun 2016-2019.

Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswi program studi S1 Matematika di fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas lampung melalui jalur masuk seleksi Bersama masuk perguruan tinggi negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswi penulis bergabung di Generasi Muda Matematika (GEMATIKA) periode 2019, Korps Muda Bem U KBM UNILA XV periode 2019, Staff Advokasi Publik BEM U KBM UNILA Periode 2020, pengurus Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) sebagai anggota biro kesekretariatan periode 2020, anggota dinas hubungan luar BEM FMIPA UNILA periode 2021 serta mengikuti beberapa kepanitiaan dan volunteer baik di lingkup internal maupun eksternal kampus.

Pada bulan januari sampai dengan februari 2022 penulis melakukan kerja praktik (KP) di Bapan Pendapatan Daerah Provinsi Lampung guna menerapkan ilmu yang diperoleh sewaktu kuliah. Selanjutnya pada bulan juli sampai dengan agustus 2022 penulis melaksanakan kuliah kerja nyata (KKN) di desa Beteng Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur.

Kata inspirasi

Jika kamu berbuat baik (berarti kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri dan jika kamu berbuat jahat maka kejahatan itu bagi dirimu sendiri.
(QS. Al-Isra:7)

Jangan biarkan kesulitanmu menguasaimu, percayalah bahwa ini adalah malam yang gelap dan hari yang cerah akan datang. Karena sesungguhnya dengan kesulitan akan ada kemudahan.
(QS. Al-Insyirah:5)

Cukuplah Allah menjadi penolong bagi kami, dan Dia adalah sebaik baik pelindung.
(QS. Ali-Imran :173)

Jika jalanmu berbeda dengan yang lain jangan larut dalam kesedihan, percayalah pada proses teersebut kamu akan mendapatkan pelajaran yang tidak akan kamu dapatkan di tempat lain .
(Ibu Dr. Khoirin Nisa, M.Si)

Only you can change your life. Nobody else can do it for you
(anonim)

Giliran kita akan tiba dan tidak akan terlambat
(Melisa S)

Persembahan

Dengan mengucap Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan banyak nikmat dan karunia sehingga dengan segala perjuangan karya kecil dan sederhana ini dapat terselesaikan.
Kupersembahkan karya kecil dan sederhana ini kepada:

Mamakku Suslina Wati.
Wanita terhebat yang tak pernah mengeluh selama membesarkanku yang selalu mengiringi Langkahku dengan setiap doanya dan memberikanku kekuatan dan dorongan yang tiada henti hentinya.

Abahku Lias Setiawan.
Lelaki luar biasa yang tiada duanya didalam hidupku yang telah berjuang dengan ikhlas tak kenal Lelah dan waktu. dan memberikanku kekuatan dan dorongan yang tiada henti hentinya.

Dosen pembimbing dan pembahas
Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sudah sangat membantu, memberikan motivasi, memberikan kritik dan saran serta ilmu yang berharga.

Keluarga besar dan juga sahabat terbaik
Terimakasih selalu ada dikala suka dan duka dan telah memberikan semangat dan motivasi yang tidak akan terbayar oleh apapun

Almamater tercinta, Universitas Lampung
yang turut dalam pembentukan pribadi menjadi lebih dewasa dewasa dalam berpikir, berucap dan bertindak.

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala Rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW, penuntun jalan bagi seluruh umat manusia. Skripsi yang berjudul **"Penerapan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous* dengan Variabel *Dummy* Untuk Peramalan Nilai Impor Migas Di Indonesia"** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa terselesainya skripsi ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan doa dari mereka yang senantiasa mendukung penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang setulus tulusnya kepada:

1. Ibu Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing, memberikan motivasi, semangat, kritik dan saran untuk penulis.
2. Bapak Dr. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi, kritik dan arahan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Warsono M.S Ph.D., selaku pembahas yang telah memberikan ide, kritik dan saran untuk penulis.
4. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi dan arahan kepada penulis mengenai permasalahan akademik.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku ketua jurusan matematika fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam.
6. Bapak Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

7. Seluruh Dosen, Staf dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
8. Kedua orang tuaku, abah dan mamak yang tidak pernah lelah untuk memberikan doa, motivasi dan cinta kasih disetiap langkah penulis.
9. Teteh Cici Suryani dan Adik Rahmad Pagar yang selalu memberikan semangat dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Paksu Noviyansyah dan Umi Tian Novitasari yang menjadi motivasi awal bagi penulis untuk mengenyam Pendidikan tinggi.
11. Jefta Rama Saputra yang telah mendukung, yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta tak bosan mendengar keluh kesah penulis.
12. Mentari Asyila Ryani, keponakan yang menjadi pelipur lara dan membuat penulis tertawa dengan tingkah lucunya.
13. Teman seperjuangan Niken, Widya, Azza, Alfira dan silvi yang telah menemani masa perkuliahan penulis yang diisi dengan suka cita canda dan tawa.
14. Ghea dan Erika peneman hampir setiap malam penulis dalam penyusunan skripsi ini.
15. Seluruh pihak yang telah memotivasi, membantu, dan mendoakan penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
16. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukan.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2023
Penulis,

Melisa Saputri
NPM. 1917031053

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Statistika merupakan ilmu yang berhubungan dengan fakta dan data yang tepat. Statistika meliputi teknik pengumpulan data, pengolahan, penganalisaan, penarikan kesimpulan, serta pembuatan keputusan yang tepat berdasarkan fakta yang ada (Wanitaningsih, 2012). Dalam statistika diperlukan cara tertentu yang ditempuh untuk mengumpulkan, menyusun, menyajikan, menganalisa dan memberikan penjelasan atau deksripsi yang dapat memberikan pengertian dan makna tertentu. Pada statistika terdapat beberapa bidang salah satunya adalah analisis runtun waktu (Sugiyono, 2012).

Analisis deret waktu adalah salah satu metode analisa yang menggunakan pendekatan kualitatif. Observasi yang dibentuk secara berurutan dari waktu ke waktu disebut analisis deret waktu. Analisis ini dilakukan guna mendapatkan pola data deret waktu, untuk mengetahui nilai pada periode yang akan datang dengan menggunakan pengamatan atau data periode sebelumnya (Maulana, 2018). Data yang dikumpulkan secara periode sesuai urutan waktu baik dalam jam, hari, minggu, bulan, juga dalam tahun akan dipergunakan untuk melakukan peramalan *(forecasting)*.

Peramalan (*forecasting*) merupakan suatu cara untuk memprediksi nilai pada periode yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun masa kini.

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) merupakan salah satu teknik peramalan yang paling sering digunakan dalam pemodelan deret waktu. ARIMA adalah konsep tentang stasioner serta non stasioner, konsep autokovariansi, autokorelasi, autokorelasi parsial dan lain-lain (Cynthia, 2016).

Model runtun waktu yang dipandang sebagai perluasan metode ARIMA adalah metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous* (ARIMAX), yaitu metode ARIMA yang menggunakan variabel eksogen. Salah satu input X yang biasa digunakan yaitu berupa variabel *dummy* yang menyatakan suatu kejadian. Apabila input X yang digunakan berupa kejadian atau peristiwa yang terjadi berdasarkan kalender hijriyah dan data *time series* utama yang dimodelkan sesuai dengan kalender masehi maka akan terjadi fenomena variasi kalender (Laga, dkk, 2018).

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan peneliti terdahulu menggunakan metode ARIMAX adalah peramalan penjualan pakaian yang dilakukan oleh Laga dkk (2018). Intan dkk., (2019) menggunakan metode ARIMAX untuk meramalkan banyaknya pengunjung pantai glagah dengan efek variasi kalender. Alma Kurnia dan Ibnu hadi (2019) meramalkan nilai ekspor produksi alas kaki menggunakan model ARIMAX dengan efek variasi kalender. Penelitian lain juga dilakukan oleh Muhammad Hisyam Lee dan Nor Aishah Hamzah menggunakan efek variasi kalender untuk data time series pada peramalan penjualan.

Hari raya idul fitri berkaitan erat dengan tradisi mudik atau pulang kampung. Pemudik yang menggunakan transportasi darat akan mempengaruhi kebutuhan minyak dan gas di Indonesia, dikarenakan Indonesia belum mampu sepenuhnya untuk mengolah pasokan minyak dan gas secara utuh maka dilakukan kegiatan impor minyak dan gas di Indonesia.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini penulis tertarik untuk menerapkan salah satu model *time series* yaitu model *Autoregressive Integrated*

Moving Average with Exogenous (ARIMAX) dengan variabel *dummy* untuk meramalkan nilai impor migas di indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengkaji estimasi penduga parameter *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneus.*
2. Memperoleh model *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneus* dengan hari raya idul fitri sebagai variabel *dummy* untuk meramalkan nilai impor minyak dan gas di Indonesia.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui informasi nilai impor minyak gas di Indonesia periode yang akan datang.
2. Dapat Menambah wawasan serta kemampuan berpikir bagi penulis maupun pembaca.
3. Memberi kontribusi ilmiah dan contoh kajian dengan model penelitian metode ARIMAX, khususnya metode ARIMAX dengan variabel *dummy* efek variasi kalender.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan *(forecasting)*

Menurut Kushartini dan Almahdy (2016), proses untuk memperkirakan berapa banyak kebutuhan di masa depan dalam hal kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi untuk memenuhi permintaan barang atau jasa dikenal sebagai peramalan.

Salah satu aspek terpenting dari proses pengambilan keputusan adalah peramalan. Sebagian besar waktu, peramalan didasarkan pada masa lalu, yang kemudian dianalisis menggunakan metode tertentu. Data masa lalu dapat dikumpulkan, dipelajari, dan dianalisis lalu hasil analisis dapat memprediksi apa yang akan terjadi di masa depan.

Untuk mendapatkan hasil peramalan yang tepat, diperlukan perhitungan yang akurat. Agar dihasilkan peramalan yang akurat terdapat dua langkah yang dasar harus di lakukan, yaitu

1. Langkah pertama yang mendasar adalah mengumpulkan data yang relevan dengan tujuan peramalan dan dapat digunakan untuk membuat prediksi yang akurat.
2. Pemilihan metode peramalan yang tepat untuk memproses data yang dikumpulkan merupakan langkah mendasar kedua.

Menurut Render (2005) terdapat tiga kategori jangka waktu peramalan, yaitu :

1. Peramalan dengan jangka waktu kurang dari tiga bulan disebut peramalan jangka pendek.

2. Peramalan dengan jangka waktu tiga bulan sampai tiga tahun disebut peramalan jangka menengah.
3. Peramalan dengan jangka waktu lebih dari tiga tahun disebut peramalan jangka panjang.

Hasil peramalan dikatakan baik jika nilai ramalanya dekat dengan data aktual. Untuk mengetahui kedekatan antara nilai ramalan dengan nilai aktual dapat digunakan beberapa kriteria kebaikan model (Sukarna, 2006).

2.2 Analisis Deret Waktu

Analisis deret waktu merupakan deretan pengamatan yang diambil secara berurutan berdasarkan waktu dengan rentang yang sama (Box dkk., 2015). Tujuan utama analisis deret waktu adalah untuk melakukan analisis data yang memperhitungkan pengaruh waktu. Analisis deret waktu dapat digunakan untuk membantu perencanaan masa depan. Proses peramalan karakteristik tertentu di periode mendatang sering dikaitkan dengan proses pemodelan dari data deret waktu.

Metode deret waktu adalah metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Beberapa metode peramalan dari data *time series* antara lain metode *smoothing,* metode Box-Jenkins, metode proyeksi *trend* dengan regresi dan lain lain.

Periode waktu dari data *time series* dapat berupa mingguan, bulanan, semester, tahunan, kuartal dan lain-lain. Peramalan menggunakan *time series* yaitu bertujuan untuk memprediksi suatu kondisi atau peristiwa di masa depan sehingga dapat diambil keputusan yang tepat (Wei, 2006).

Suatu data yang dimodelkan dengan analisis deret waktu yang diasumsikan bahwa data tersebut dalam keadaan stasioner. Artinya tidak ada *trend* dalam rata-rata atau varian dalam data. Dalam analisis deret waktu, data diharapkan mengikuti proses stokastik yaitu suatu proses yang dinyatakan dalam suatu variabel random Z(t) dinotasikan dengan Z_t yang mempunyai fungsi kepadatan $f\ (Z_t)$.

Setiap pengamatan dinyatakan sebagai variabel random Y_t yang diperoleh berdasarkan indeks waktu tertentu *ti* dengan i =1, 2, ..., n. Sehingga penulisan data *time series* adalah (Y_{t1}, Y_{t2},. . ., Y_{tn}). Tujuan dari metode peramalan *time series* adalah menemukan pola dalam series data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan.

Kestationeran data, fungsi autokorelasi (ACF), dan fungsi autokorelasi parsial (PACF) adalah tiga proses penting yang harus diperhitungkan saat memproses data deret waktu dengan model ARIMAX.

2.3 Stasioneritas

Data yang stasioner sangat diperlukan sebagai asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis *time series* untuk meminimalisir kesalahan pemodelan. Menurut Wei (2006), data deret waktu yang memenuhi asumsi stasioneritas mempunyai rataan dan ragam yang konstan dengan kovarians dan korelasi yang tergantung hanya pada selisih waktu. Data *time series* dikatakan stasioner jika stokastik data deret waktu menunjukkan pola variasi yang konstan yaitu, tidak ada peningkatan atau penurunan pada data.

Stasioneritas data dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Stasioner dalam varians

Data dikatakan stasioner dalam varians yaitu apabila data berfluktuasi dari waktu ke waktu dengan varians tetap dengan kata lain nilai ragamnya konstan untuk semua *t*. Ragam yang tidak konstan menyebabkan data menjadi tidak stasioner terhadap ragamnya. Dari *Plot* data seringkali dapat mengetahui bahwa data tersebut tidak stasioner atau tidak stasioner.

Untuk membuktikan kembali, digunakan uji Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS) untuk menguji stasioneritas. Hal ini dikarenakan uji ADF lebih cenderung kepada stasioneritas *trend*, oleh sebab itu dgunakan uji KPPS yang lebih cenderung kepada stasioneritas rataan maupun varians.

Persamaan uji KPSS adalah sebagai berikut :

$$Z = \alpha_0 + \varepsilon_t \tag{2.1}$$

dimana :

Z = data pada waktu ke t

α_0 = parameter

ε_t = residual regresi (error)

Hipotesis dalam uji ini berbeda dengan hipotesis pada uji-uji sebelumnya yaitu :

H_0 = rata-rata dan variansi konstan (stasioner)

H_1 = rata-rata dan variansi tidak konstan (tidak stasioner)

Taraf Signifikansi : α = 0,05

Kriteria Uji : Terima H_0 jika nilai mutlak statistik pada uji KPSS < nilai mutlak kritik Mackinnon atau ketika $p - value > \alpha$.

2. Stasioner dalam rata rata (*mean)*

Data *time series* dikatakan stasioner pada *mean* yaitu jika data berfluktuasi disekitar nilai tengah yang tetap dari waktu ke waktu selama pengamatan. Pada artian plot berfluktuasi disekitar garis sejajar dengan sumbu waktu ke-t atau di sekitar suatu nilai mean yang konstan. Suatu data deret waktu yang stasioner terhadap ragam namun tidak stasioner terhadap nilai tengah dapat dibuat menjadi suatu deret waktu yang stasioner dengan cara *differencing* (pembedaan) yang sesuai dengan data deret waktu tersebut (Wei, 2006). Proses *differencing* merupakan proses mencari selisih antara data suatu periode dengan periode sebelumnya secara berurutan. *Differencing* dapat dilakukan hingga beberapa periode sampai data stasioner. Menurut Pankratz (1991), *differencing* terhadap suatu data deret $Z_t$ke-d didefinisikan sebagai berikut :

$$W^d Z_t = W^{d-1}Z_t - W^{d-1}Z_{t-1}$$
$$= W^{d-1}Z_t - W^{d-1}BZ_t$$
$$= W^{d-1}Z_t(1-B)$$
$$= (1-B)^{d-1}(1-B)Z_t$$
$$W_t = (1-B)^d Z_t \quad (2.2)$$

2.4 ***Autocorrelation Function*** **(ACF)**

Autokorelasi adalah metode untuk menentukan apakah data yang sama menunjukan hubungan atau korelasi dari waktu ke waktu. Menurut Machmudin dan Brodjol (2012), *Autocorrelation Function* (ACF) artinya suatu hubungan linier antara pengamatan $Z_t \; dan \; Z_{t+k}$ menggunakan pengamatan Z_{t-k} yang terpisah waktu lag k. Koefisien autokorelasi adalah angka yang menunjukkan taraf keeratan hubungan linear antara nilai-nilai dari peubah yang sama menggunakan periode waktu yang berbeda. ACF digunakan untuk mengidentifikasi model data *time series* serta melihat kestasioneran data dalam *mean*.

Menurut Wei (2006) fungsi korelasi antara $Z_t \; dan \; Z_{t+k}$ adalah sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{Cov\,(Z_t, Z_{t+k})}{Var\,(Z_t)\,Var\,(Z_{t+k})} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (2.3)$$
$$\rho_k = Corr\,(Z_t, Z_{t+k})$$
$$= \frac{E\,[(Z_t-\mu)\,(Z_{t+k}-\mu)]}{\sqrt{E\,[(Z_t-\mu)^2]\,E\,(Z_{t+k}-\mu)^2}}$$
$$= \frac{Cov\,(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{Var\,(Z_t)}\,\sqrt{Var\,(Z_{t+k})}}$$
$$= \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

dengan :

varians $Z_0 = E\,(Z_t)^2$= E $(Z_t, Z_t) = Z_0$

$\gamma_0 = var\,(Z_t) = var\,(Z_{t+k})$

$\gamma_k = fungsi\ autokovarian$

Pada plot ACF disebut *correlogram*, diagram ini. berfungsi untuk mengidentifikasi kestasioneran pada data. Ciri-ciri data yang belum stasioner pada rata-rata dapat ditandai dengan apabila diagram fungsi autokorelasi turun dengan linier atau terlihat lamban. Selain menggunakan statistik *t*, plot ACF dapat digunakan.untuk mengetahui terdapat atau tidaknya autokeralasi antar setiap pengamatan, Jika tidak terdapat *lag* yang keluar dari batas signifikan, maka dapat disimpulkan tidak ada korelasi pada setiap *lag*.

2.5 *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Menurut Machmudin dan Brodjol (2012), *Partial Autocorrelation Function* (PACF) digunakan untuk menunjukkan besarnya korelasi antara nilai-nilai variabel yang sama, dengan asumsi bahwa pengaruh dari seluruh kelambatan waktu yang lain adalah konstan. PACF digunakan untuk mengukur taraf keeretan hubungan antara Y_t dan Y_{t+k} sesudah dependensi antar variabel $Y_{t+1,}\ Y_{t+2,} \dots, Y_{t+k}$ dihilangkan (Cyer & Chan, 2008).

Fungsi PACF dinotasikan dengan ϕ_{kk} menggunakan perhitungan untuk indeks yang berbeda dirumuskan sebagai berikut :

$$\hat{\phi}_{kj} = \hat{\phi}_{k-1j} - \hat{\phi}_{kk}\,\hat{\phi}_{k-1,k-j} \qquad (2.4)$$

dengan :

j	= 1,2,…k dengan nilai $\hat{\phi}_{11}$
$\hat{\phi}_{k-1j}$	= fungsi autokorelasi parsial pada lag ke k+1 dengan j
$\hat{\phi}_{kk}\,\hat{\phi}_{k-1,k-j}$	= fungsi autokorelasi parsial pada lag ke k+1 dengan k+1

2.6 Regresi *Time Series*

Pola data pada kehidupan dibentuk dari deretan waktu di masa lalu yang saling berkaitan. Pola data tersebut berupa trend, musiman, variasi kalender serta kecendrungan naik atau turun pada data jangka panjang.

Menurut Gujarati (2011), bentuk umum model regresi *time series* dapat ditulis

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \cdots + \beta_j X_{j,t} + \varepsilon_t \tag{2.5}$$

dengan :

Z_t = variabel respon ke-t, t=1, 2, …, T

β_0 = konstanta

β_j = koefisien regresi ke-j

X_j = variabel *independent*

ε_t = *error* periode ke-t

Variasi kalender ternasuk kedalam variabel kualitatif yang dapat diubah menjadi variabel kuantitatif yang bernilai 0 atau 1, biasa disebut variabel *dummy*. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukan sifat, dengan 0 untuk tidak adanya sifat, dan 1 untuk adanya sifat (Intan, dkk., 2019).

Sedangkan menurut Suhartono dkk (2006), model regresi variabel *dummy* untuk efek liburan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Z_t = \gamma_0 + \gamma_1 D_{1,t} + \gamma_2 D_{2,t} + \cdots + \gamma_p D_{p,t} + \varepsilon_t \tag{2.6}$$

dengan :

Z_t = nilai pengamatan ke-t,

γ_t = parameter variabel *dummy* dengan efek liburan

$D_{p,t}$ = variabel *dummy* dengan efek liburan

ε_t = *error* periode ke-t

2.7 Model *Autoregressive (AR)*

Model AR adalah model yang mendeskripsikan bahwa nilai masa sekarang dipengaruhi oleh nilai masa lampau. Secara umum data terdahulu dapat terdistribusi dan dapat tidak terdistribusi. Nilai koefisien parameter AR terbatas antara -1 sampai dengan +1 untuk proses AR (1), sedangkan untuk AR (2) nilai koefisien parameternya adalah -2 < ϕ < 2 dan -1 < ϕ < 1 (Makridakis, dkk., 1999). Berikut ini adalah bentuk umum *autoregresive* dengan ordo p (AR (p)) atau model ARIMA (p, 0, 0)

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \cdots + \phi_P Z_{t-P} + \varepsilon_t \qquad (2.7)$$

atau dapat ditulis menggunakan operator backsift dengan persamaan sebagai berikut :

$$Z_t(\ 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots \phi_P B^p) - \varepsilon_t = 0 \qquad (2.8)$$

dengan :

Z_t = nilai observasi pada saat *t*

$Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-P}$ = variabel *independent* yang merupakan lag dari Z_t

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_P$ = koefisien *autoregressive* ke p

ε_t = nilai *error* saat *t*

p = orde AR

B = operator backsift

2.8 Model *Moving Average* (MA)

Menurut Montgomery dkk., (2008), *Moving Average* adalah proses dimana Y_t dihasilkan dari hasil peramalan yang *error* dari beberapa periode sebelumnya Bentuk umum *Moving Average* order q MA (q) atau model ARIMA (0, 0, q) dapat dinyatakan sebagai berikut

$$Z_t = \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \qquad (2.9)$$

atau dapat ditulis menggunakan operator backsift dengan persamaan sebagai berikut :

$$Z_t = \varepsilon_t(1 + \theta_1 B + \cdots + \theta_q B^q) \qquad (2.10)$$

dengan :

Z_t	= nilai variabel *dependent* pada waktu t
$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$	= nilai residu pada waktu t, -1, …, t-q
θ_1, ..., θ_q	= koefisien *Moving Average*
q	= orde MA
B	= operator backsift

2.9 Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) merupakan gabungan dari model AR (p) yang mengasumsikan bahwa data sekarang dipengaruhi oleh data sebelumnya dengan model MA (*q)* yang mengasumsikan bahwa data sekarang dipengaruhi oleh nilai residual data sebelumnya (Assauri, 1984).

Model ARMA *(p,q)* dinyatakan sebagai berikut :

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \cdots + \phi_P Z_{t-P} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \qquad (2.11)$$

atau dapat ditulis menggunakan operator backsift dengan persamaan sebagai berikut :

$$Z_t = \frac{(1+\theta_1 B+\theta_q B^q)\varepsilon_t}{(1-\phi_1 B-\phi_P B^p)} \qquad (2.12)$$

dengan :

$Z_{t-1}, \dots, Z_{t-P}$	= variabel *independent* yang merupakan lag dari Z_t
$\phi_1, \dots, \phi_P$	= koefisien AR ke-p
ε_{t-1}, ..., ε_{t-q}	= nilai residual pada waktu ke $t-1, \dots, t-q$
$\theta_1, \dots, \theta_q$	= koefisien MA ke-1
B	= operator backsift

2.10 Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model ARIMA merupakan kombinasi dari proses AR (*Autoregressive*) dan MA (*Moving Average*) terhadap data *time series* yang menggunakan asumsi bahwa data deret waktu yang dihasilkan sudah bersifat stasioner. Sedangkan pada kenyataanya, data deret waktu lebih banyak bersifat tidak stasioner . Jika data tidak stasioner maka perlu untuk membuat data stasioner dengan menggunakan cara *differencing* untuk data yang tidak stasioner dalam *mean* dan menggunakan proses transformasi untuk data yang tidak stasioner dalam ragam (Mulyana, 2004).

Menurut Suhartono (2006), secara umum, model ARIMA yang merupakan gabungan model ARMA (p,q) serta proses *differencing* dinyatakan sebagai berikut :

$$\emptyset_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_0 \theta_q(B)\varepsilon_t \qquad (2.13)$$

dengan $\emptyset_p(B) = 1 - \emptyset_1 B - \emptyset_1 B^2 - \cdots - \emptyset_p B^p$

dan $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_1 B^2 - \cdots - \theta_q B^q$,

dimana $(1-B)^d Z_t$ merupakan pembedaan orde ke-2 yang di persingkat dari persamaan sebagai berikut

$$\begin{aligned} Z_t'' &= Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2} \\ &= (1 - 2B + B^2)\ Z_t \\ &= (1-B)^2 Z_t \end{aligned}$$

Sehingga, secara umum pembedaan orde ke-d dituliskan dengan

$$(1-B)^d Z_t$$

dengan :

Z_t = data pengamatan ke-*t*

$(1-B)^d Z_t$ = deret waktu yang stasioner pada pembedaan ke-*d*

B = operator *backsift*

ε_t = nilai *error* pada waktu ke-*t*

p = orde AR

q = orde MA

d = banyaknya *differencing*

Parameter θ_0 memiliki peran yang berbeda untuk $d = 0$ dan $d > 0$. Untuk $d = 0$, data asli.telah stasioner bahwa θ_0 merupakan rata-rata.proses yaitu $\theta_0 = (1 - \emptyset_1 \emptyset_2 - \cdots - \emptyset_p)\mu$. Sedangkan untuk $d \geq 1$, data asli nonstasioner dan θ_0 merupakan istilah trend.deterministik yang biasanya dihilangkan.

Plot ACF dan Plot PACF yang sudah stasioner dapat digunakan untuk mengidentifikasi model ARIMA. Orde proses ARIMA ditentukan oleh *lag* yang keluar pada plot ACF dan plot PACF.

2.11 Model ARIMAX

Model ARIMA yang diperbarui dengan menambahkan variabel eksogen adalah model ARIMAX (*Autoregressive Integrated.Moving Average with Exsogenous*) . Variabel eksogen merupakan variabel yang dapat mempengaruhi variabel lain, namun tidak dipengaruhi oleh variabel lain dalam model tersebut. Variabel eksogen yang digunakan pada data deret waktu dengan variasi kalender berupa variabel *dummy* (Alma & Ibnu, 2019). Hari libur, perayaan hari besar keagamaan hari raya idul fitri dan hari natal, serta persiapan menyambut tahun baru adalah efek variasi kalender yang biasa digunakan. Menurut Alma & Ibnu (2019), variabel *dummy* bernilai 1 untuk waktu-waktu terjadinya hari khusus dan bernilai 0 untuk waktu-waktu selainya.

Menurut Box, dkk., (2015), bentuk umum persamaan ARIMAX dengan variabel *dummy* dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$Z_t = \beta_1 D_{1,t} + \beta_2 D_{2,t} + \cdots + \beta_n D_{n,t} + \frac{\theta_q(B)\varepsilon_t}{\phi_p(B)(1-B)^d} \quad (2.14)$$

dengan :

Z_t = kombinasi linier dari gabungan pengamatan dan sisaan pada waktu-waktu sebelumnya

$D_{1,t}$, $D_{2,t}$,…, $D_{n,t}$ = variabel *dummy* hari-hari khusus

ϕ_p = parameter regresi diri ordo ke-p

θ_q= parameter rataan bergerak ordo ke-q

B = pembeda

t = bulan dalam 1 tahun

2.12 Akurasi Peramalan

Akurasi peramalan yang dipergunakan dalam penelitian ini sesuai kebaikan model pada hasil *out-sample*. Pemilihan model terbaik dilakukan apabila terdapat lebih dari satu model deret waktu yang dipakai. Pemilihan model dapat dilakukan dengan kriteria *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) (Wei, 2006). RMSE merupakan kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan pada hasil sisa ramalannya digunakan untuk data *out sample* rumusnya sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (2.15)$$

dengan :

Y_t = nilai yang sesungguhnya pada periode t

$\hat{Y}_t$= nilai ramalan pada periode ke t

n =jumlah periode

Selain RMSE metode yang digunakan untuk mengetahui model terbaik adalah *Akaike's Information Criterion* (AIC). Nilai AIC yang terkecil memiliki arti bahwa model tersebut merupakan model terbaik. Persamaan untuk menghitung nilai AIC adalah sebagai berikut :

$$AIC\ (k) = T \ln \left(\frac{SSR(k)}{T}\right) + 2n \tag{2.16}$$

dengan :

T = jumlah observasi yang digunakan

k = panjang lag

SSR = residual *Sum Of Square* (Jumlah kuadrat residu)

n = jumlah parameter yang di estimasi

Sedangkan, persentase rata rata kesalahan antara data aktual dan data hasil peramalan dihitung menggunakan MAPE.

Pemilihan model terbaik melalui pendekatan outsample menggunakan kriteria MAPE, dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \left|\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t}\right| \text{x } 100\% \tag{2.17}$$

dengan :

Y_t = nilai yang sesungguhnya pada periode t

$\hat{Y}_t$= nilai ramalan pada periode ke t

n =jumlah periode

kriteria nilai MAPE dibagi menjadi 4 kriteria yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
MAPE ≤ 10%	Akurasi PrediksiTinggi
10 % < MAPE ≤ 20%	Akurasi Prediksi Baik
20 % < MAPE ≤ 50%	Akurasi Prediksi Cukup
MAPE > 50%	Akurasi Prediksi Rendah

Nilai minimum pada RMSE dan MAPE mengindikasikan model terbaik.

2.13 Uji Asumsi Residual

Pada pemodelan ARIMAX asumsi yang sebaiknya dipenuhi yaitu asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal.

1. Uji asumsi residual *white noise*

Suatu proses $\{\alpha_t\}$ disebut sebuah proses *white noise* jika terdapat sebuah barisan variabel random yang tidak berkorelasi dengan rata-rata konstan $E\ (\alpha_t) = \mu_0 = 0$, varians konstan $Var\ (\alpha_t) = \sigma_\alpha^2$, dan $\gamma_k = Cov\ (\alpha_t, \alpha_{t+k}) = 0$ untuk $k \neq 0$ (Wei, 2006). Sesuai dengan definisi tersebut, proses *white noise* adalah stasioner dengan fungsi *autocovarians.*

$$\gamma_k = \begin{Bmatrix} \sigma_\alpha^2, & k \neq 0 \\ 0, & k \neq 0 \end{Bmatrix} \qquad (2.18)$$

Dasar dari proses *white noise* adalah nilai fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial dari residu mendekati nol. Beberapa pengujian untuk memenuhi asumsi *white noise* uji stasioneritas data untuk mengetahui apakah data memiliki varians dan *mean* yang konstan. Sedangkan uji Ljung-Box untuk mengetahui ada atau tidaknya autokorelasi (Wei, 2006) Adapun hipotesis untuk pengujian ini adalah sebagai berikut :

$$Q = n\ (n+2)\rho_k \sum_{k=1}^{k} \frac{\hat{\rho}^2 k}{n-k} \qquad (2.19)$$

dengan :

n = jumlah data

k = nilai lag

K = maksimum lag

ρ_k= nilai taksiran autokorelasi residual lag k

dengan hipotesis

H_0 : residual independen (tidak ada autokorelasi)

H_1 : residual dependen (ada autokorelasi)

Pada tahap ini terdapat beberapa ketentuan, yaitu apabila taraf signifikan yang ditetapkan $\alpha = 5\%$ dan apabila p-*value* kurang dari α maka H_0 ditolak dan berarti residual dependen atau ada autokorelasi. Sebaliknya apabila p-*value* lebih dari α maka H_0 diterima yang dapat disimpulkan bahwa residual independent atau tidak ada autokorelasi.

2. Uji asumsi residual normalitas

Untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal atau tidak dapat diketahui menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Adapun hipotesis untuk pengujian ini adalah sebagai berikut :

$$D = \underset{\varepsilon}{Sup} \mid S(\varepsilon) - F_0(\varepsilon)| \qquad (2.20)$$

dengan :

$S(\varepsilon)$ = fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel

$F_0(\varepsilon)$ = fungsi peluang kumulatif distribusi normal atau fungsi distribusi yang dihipotesiskan

$F(\varepsilon)$ = fungsi distribusi yang belum diketahui

Sup = nilai *supremum* semua Y dari || $S(\varepsilon) - F_0(\varepsilon)|$.

dengan hipotesis :

H_0= residual berdistribusi normal

H_1= residual tidak berdistribusi normal

Pada tahap ini terdapat beberapa ketentuan, yaitu apabila taraf signifikan yang ditetapkan $\alpha = 5\%$ dan apabila p-*value* kurang dari α maka H_0 ditolak dan berarti tidak memenuhi asumsi residual berdistribusi normal. Sebaliknya apabila p-*value* lebih dari α maka H_0 diterima dan memenuhi asumsi residual berdistribusi normal.

2.14 Penaksiran Parameter

Metode *least squares* adalah suatu metode yang dilakukan dengan mencari nilai parameter yang meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan (selisih antara nilai aktual dan nilai ramalan. Dimisalkan metode *least squares* diaplikasikan pada model AR (1) atau ARIMA (p, 0, 0) dan dinyatakan sebagai.berikut :

$$Z_t - \mu = \emptyset_1(Z_{t-1} - \mu) + \alpha_t \qquad (2.21)$$

Maka model *least square* untuk AR (1) ditunjukan dalam persamaan berikut :

$$S(\emptyset, \mu) = \sum_{t=2}^{n} \alpha_t^2 = \sum_{t=2}^{n} [(Z_t - \mu) - \emptyset\ (Z_{t-1} - \mu)]^2 \qquad (2.22)$$

Berdasarkan prinsip dari metode *least squares*, pendugaan parameter $\emptyset$ dan μ dengan cara meminimumkan $S(\emptyset, \mu)$. Hal ini dilakukan dengan cara menurunkan $S(\emptyset, \mu)$ terhadap μ dan $\emptyset$ kemudian disama dengankan dengan nol. Untuk turunan dari $S(\emptyset, \mu)$ terhadap μ menghasilkan :

$$\frac{\partial S}{\partial \mu} = 2 \sum_{t=2}^{n} [(Z_t - \mu) - \emptyset\ (Z_{t-1} - \mu)](-1 + \emptyset) = 0 \qquad (2.23)$$

Sehingga diperoleh nilai estimasi parameter μ dari model AR (1) sebagai berikut :

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{t=2}^{n} Z_t - \emptyset \sum_{t=2}^{n} Z_{t-1}}{(n-1)(1-\emptyset)} \qquad (2.24)$$

Sedangkan turunan dari $S(\emptyset, \mu)$ terhadap $\emptyset$ menghasilkan :

$$\frac{\partial S}{\partial \mu} = 2 \sum_{t=2}^{n} [(Z_t - \mu) - \emptyset\ (Z_{t-1} - \mu)]\ (Z_{t-1} - \mu) = 0 \qquad (2.25)$$

Sehingga didapat estimasi parameter sebagai berikut :

$$\widehat{\emptyset} = \frac{\sum_{t=2}^{n} (Z_t - \mu)(Z_{t-1} - \mu)}{\sum_{t=2}^{n} (Z_{t-1} - \mu)^2} \qquad (2.26)$$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tahun akademik 2022/2023, bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data nilai impor minyak dan gas di Indonesia periode Januari 2012 sampai Maret 2023 yang didapat dari Badan Pusat Statistik Indonesia website resmi yaitu https://bps.go.id/indicator/8/1754/1/nilai-impor-migas-nonmigas.html. Variabel yang digunakan yaitu variabel endogen (nilai impor minyak dan gas) dan variabel eksogen (variabel *dummy* hari raya idul fitri).

3.3 Metode Penelitian

1. Kajian analitik

Mempelajari bagaimana mencari penduga parameter model ARIMAX dengan metode *least squares.*

2. Kajian Empiris

Langkah-langkah pembentukan model ARIMAX dengsn efek variasi kalender sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi pola data menggunakan *time series* plot.
2. Pembentukan model regresi dengan variabel *dummy*.
3. Melakukan uji ketasioneran data dengan uji box-cox untuk melihat stasioneritas data pada varians dan uji ADF untuk melihat stasioneritas dalam rata-rata.
4. Melakukan transformasi box-cox dan *differencing* jika data tidak stasioner.
5. Pembentukan model ARIMAX.
6. Melakukan pemilihan model terbaik dengan RMSE, AIC atau MAPE terkecil.
7. Melakukan estimasi parameter model ARIMAX.
8. Melakukan uji signifikansi parameter model ARIMAX .
9. Melakukan uji kesesuaian model ARIMAX yaitu residual memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Uji asumsi *white noise* dilakukan menggunakan uji Ljung-Box dan uji kenormalan dilakukan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov.
10. Peramalan nilai impor migas di Indonesia.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Estimasi penduga parameter model ARIMAX dengan variabel eksogenya merupakan variabel dummy hari raya idul fitri menggunakan metode OLS adalah sebagai berikut :

$$\boldsymbol{b} = \left(\widetilde{\boldsymbol{X}}^{\boldsymbol{T}}\widetilde{\boldsymbol{X}}\right)^{-\mathbf{1}}(\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{y})$$

   Dimana estimator tersebut memenuhi asumsi-asumsi dari estimator OLS yaitu linear, tak bias dan memiliki varians minimum dari estimator lainya.

2. Model ARIMAX yang terbaik untuk meramalkan nilai impor migas di Indonesia adalah ARIMAX (3, 1, 1) dengan persamaan modelnya

$$Z_t = 587{,}80D_t + \frac{0{,}99(B)\varepsilon_t}{(1 + 1{,}33B + 0{,}77B^2 + 0{,}32B^3)(1 - B)^1}$$

3. Hasil peramalan nilai impor migas di Indonesia dengan hari raya idul fitri sebagai variabel dummy menggunakan model ARIMAX (3, 1, 1) dari bulan April 2023 sampai dengan Desember 2023 berturut turut sebagai berikut 2896,50; 2773,74; 2823,13; 2886,21; 2806,53; 2850,21; 2829,53; 3439,20 dan 2822,98.

DAFTAR PUSTAKA

Assauri, S. 1984. *Teknik dan Metode Peramalan.* Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.

Box, G.E., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C., dan Ljung, G.M. 2015. *Time Series Analysis: Forecasting And Control*. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

Cryer, J. D., dan Chan, K. S. 2008. *Time Series Analysis with Application in R*. 2nd Ed. Springer, New York.

Cynthia, A., Sugiman, dan Mastur, Z. 2016. Analisis Perbandingan Menggunakan ARIMA dan Boostrap Pada Peramalan Nilai Ekspor Indonesia. *Jurusan Matematika FMIPA UNNES*. **5**(1): 31-38.

Gujarati, D. N. 2011. *Econometrics by example*. Palgrave Macmillan, New York.

Heizer, J, dan Render, B. 2011. *Operation Management.* Pearson, Boston.

Intan, S. N., Zukhronah, E., dan Wibowo, S. 2019. Peramalan Banyaknya Pengunjung Pantai Glagah Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous (ARIMAX) dengan Efek Variasi Kalender. *Indonesian Journal of Applied Statistics*. **1**(2) : 70-78.

Kurnia, A, dan Hadi. I. 2019. Peramalan Nilai Ekspor Produk Industri Alas Kaki Menggnakan Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya.* **3** (2) : 25-34.

Kurnia, A., dan Hadi., I. 2019. Peramalan Nilai Ekspor Produk Industri Alas Kaki Menggnakan Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya.* **3**(2) : 25-34.

Kushartini, D., dan Almahdy, I. 2013. Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Dispersant di Industri Kimia. *Jurnal PASTI*. **10**(2), 217-234.

Laga, A. P. B., Wahyuningsih, S., dan Hayanti, M. N. 2018. Peramalan Penjualan Pakaian dengan Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous Input (ARIMAX). *Jurnal Eksponensial*. **9** (2) : 111-118.

Lee, M. H., Suhartono, dan Hamzah, N.A. 2010. Calendar Variation Model Based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect. *Proceedings of the Regional Conference on Statistical Sciences*. 349-361,

Machmudin, A. dan Brodjol, S.S.U. 2012. Peramalan Temperatur Udara Di Kota Surabaya dengan Menggunakan ARIMA dan Artificial Neural Network. *Jurusan Statistika FMIPA ITS*. **1**(1) : 118-123.

Makridakis, S., Wheelwright, S.C., dan Mc Gee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan.* Ed. ke-2. Terjemahan Ir. Untung S. Andriyanto dan Ir. Abdul Basith. Erlangga, Jakarta.

Maulana, H. A. 2018. Pemodelan Deret Waktu dan Peramalan Curah Hujan Pada Dua Belas Stasiun di Bogor. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi.* **15**(1) : 50-63.

Montgomery, D., Jennings, C., dan Kulachi, M. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Mulyana. 2004. *Buku Ajar Analisis Deret Waktu.* Jurusan Statistika FMIPA Universitas Padjajaran, Bandung.

Pankratz, A. 1991. *Forecasting with Dynamic Regression Models.* John Wiley and Sons, Inc., New York.

Putri, G. A., Hendayanti, N. P., dan Nurhidayati, M. 2017 Pemodelan Data Deret Waktu Dengan Autoregressive Integrated Moving Average Dan Logistic Smoothing Transition Autoregressive. *Jurnal Varian*. **1**(1) : 54-63.

Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D.* Alfabeta : Bandung.

Sukarna, A.d. 2006. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi.* Andira : Makasar.

Wanitaningsih, S. K. 2012. Program Statistik: Upaya Memotivasi Mahasiswa untuk Senang Belajar Statistika. *Media Bina Ilmiah.* **6**(4): 62-67.

Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Ed. ke-2. Pearson Addison-Wesley, New York.