

**PENERAPAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING
AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLE* DALAM MERAMALKAN
HARGA ECERAN DAGING SAPI DI PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

**Oleh
Buena Citra**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

APPLICATION OF AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLE METHOD IN PREDICTING RETAIL PRICE OF BEEF IN LAMPUNG PROVINCE

By

Buena Citra

ARIMAX is an extension of the ARIMA model, which is one of the time series models used to predict time series data by considering not only the pattern of past data, but also exogenous variables that affect the prediction results. One of the methods commonly used in estimating ARIMAX model parameters is Ordinary Least Square (OLS), because it is able to produce unbiased estimates. This study applies the ARIMAX model to predict retail beef prices in Lampung Province by considering religious holidays such as Ramadan, Eid al-Fitr, Christmas, and New Year. The data used are monthly prices from 2017-2024. The results of the study show that the ARIMAX (1,1,1) model has very good forecasting ability with a MAPE value of 5%. This value indicates that the average prediction error of the model against actual data is quite small, so the model can be used in predicting retail beef prices in Lampung Province.

Keywords: ARIMAX, Time Series, Beef Retail Price, Ordinary Least Square (OLS), Lampung Province, Exogenous Variables.

ABSTRAK

PENERAPAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLE* DALAM MERAMALKAN HARGA ECERAN DAGING SAPI DI PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Buena Citra

ARIMAX merupakan perluasan dari model ARIMA, yaitu salah satu model deret waktu yang digunakan untuk memprediksi data deret waktu dengan mempertimbangkan tidak hanya pola dari data masa lalu, tetapi juga variabel eksogen yang berpengaruh terhadap hasil prediksi. Salah satu metode yang biasa digunakan dalam estimasi parameter model ARIMAX adalah *Ordinary Least Square* (OLS), karena mampu menghasilkan penduga yang tak bias. Penelitian ini menerapkan model ARIMAX untuk meramalkan harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung dengan mempertimbangkan hari besar keagamaan seperti Ramadan, Idulfitri, Natal, dan Tahun Baru. Data yang digunakan berupa harga bulanan dari tahun 2017-2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMAX (1,1,1) memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 5%. Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan prediksi model terhadap data aktual cukup kecil, sehingga model dapat digunakan dalam meramalkan harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung.

Kata kunci: ARIMAX, Deret Waktu, Harga Eceran Daging Sapi, *Ordinary Least Square* (OLS), Provinsi Lampung, Variabel Eksogen.

**PENERAPAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING
AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLE* DALAM MERAMALKAN
HARGA ECERAN DAGING SAPI DI PROVINSI LAMPUNG**

**Oleh
Buena Citra**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA**

**Pada
Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: **PENERAPAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLE* DALAM MERAMALKAN HARGA ECERAN DAGING SAPI DI PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: **Buena Citra**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2117031053**

Jurusan

: **Matematika**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing



Widiarti, S.Si., M.Si.

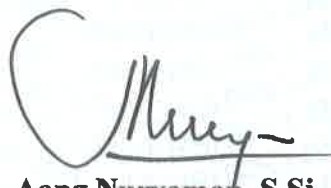
NIP 19800502 200501 2 003



Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.

NIP 19931106 201903 2 018

2. Ketua Jurusan Matematika



Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.

NIP 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Widiarti, S.Si., M.Si.**


.....

Sekretaris : **Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.**


.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph.D.**


.....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **22 Mei 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Buena Citra
Nomor Pokok Mahasiswa : 2117031053
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Penerapan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable* Dalam Meramalkan Harga Eceran Daging Sapi Di Provinsi Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila dikemudian 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, 22 Mei 2025

Penulis,



Buena Citra
NPM. 2117031053

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Buena Citra yang lahir di Jakarta pada tanggal 02 September 2001. Penulis merupakan putri sulung dari Bapak Dompok Situmorang dan Ibu Rosdiana Sirait.

Penulis mengawali Sekolah Dasar di SD Negeri 173643 Pangombusan pada tahun 2008-2014. Kemudian, melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Porsea pada tahun 2014-2017 dan melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Siantar Narumonda pada tahun 2017-2020.

Pada tahun 2021, penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu di Jurusan Matematika FMIPA Unila melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam organisasi. Pada tahun 2022 dan 2023 penulis menjadi anggota Biro Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA). Pada tahun 2024 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di Dinas Ketahanan Pangan Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung, dan pada tahun yang sama penulis juga melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Labuhan Ratu, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

“Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apa pun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur”

(Filipi 4:6)

“Aku ditolak dengan hebat sampai jatuh, tetapi Tuhan Menolong aku”

(Mazmur 118:13)

“Karena itu Aku berkata kepadamu: apa saja yang kamu minta dan doakan, percayalah bahwa kamu telah menerimanya, maka hal itu akan diberikan kepadamu”

(Markus 11:24)

“Betapapun sulitnya hidup, selalu ada sesuatu yang bisa kamu lakukan dan berhasil di dalamnya”

(Stephen Hawking)

“Ketika kamu ingin menyerah, ingatlah mengapa kamu memulainya”

(Jim Rohn)

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan pertolongan-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan kerendahan hati, karya sederhana ini penulis persembahkan untuk:

Kedua Orang Tuaku

Sumber cinta pertama dan tempat aku selalu kembali. Terima kasih atas kasih sayang, doa-doa yang tak pernah putus, dan segala dukungan yang telah menguatkanmu hingga titik ini. Kalian adalah berkat terbesar dalam hidupku. Kiranya Tuhan senantiasa melimpahkan kesehatan, sukacita, dan umur panjang agar dapat terus mendampingi setiap langkah dan pencapaianku.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang telah membantu, memberikan motivasi, memberikan kritik dan saran serta ilmu yang sangat amat berharga.

Keluarga Besar dan Sahabat Terbaik

Terima kasih untuk seluruh keluarga besar atas segala doa dan dukungan, serta sahabat-sahabat tercinta yang selalu menguatkan dengan kata dan kehadiran.

Almamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable* Dalam Meramalkan Harga Eceran Daging Sapi Di Provinsi Lampung”.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan, bantuan, motivasi dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan serta saran yang membantu kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph.D. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. La Zakaria, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Kedua orang tua penulis tersayang, Bapak Dompok Situmorang dan Ibu Rosdiana Sirait, serta adik-adik penulis, Gerhat dan William, yang tidak pernah lelah untuk selalu mendoakan, mendukung, dan memberi cinta yang tak pernah putus, yang menjadi kekuatan terbesar dalam setiap langkah penulis.
9. Seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, motivasi, dan arahan selama proses perkuliahan.
10. Sahabat-sahabat seperjuangan (Dede, Irma, Rohana, Lusiana, Damai, Sayida, Windi, Vinty dan Ayu) yang hadir bukan hanya sebagai teman belajar, tetapi juga tempat berbagi lelah, harapan, dan impian. Bersama kalian, perjalanan ini menjadi lebih indah, dan setiap langkah menjadi lebih bermakna.
11. Teman-teman seperbimbingan (Irma, Dede, Windi, Syarli, Siska, Shelvira, dan Rosa) yang telah menjadi teman seperjuangan yang saling menguatkan dan menemani setiap proses bimbingan dengan tawa, semangat dan cerita yang tak terlupakan.
12. Teman-teman Biro Kesekretariatan HIMATIKA Tahun 2022 dan 2023 yang telah memberikan dukungan dan semangat yang berarti dalam perjalanan ini.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, saran dan masukan serta kritik yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat digunakan untuk bahan perbaikan ke depannya. Semoga skripsi ini dapat berguna serta memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bandar Lampung, 22 Mei 2025

Penulis,

Buena Citra
NPM. 2117031053

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Deret Waktu.....	5
2.2. Kestasioneran Data	6
2.3. Peramalan	8
2.4. Variabel Eksogen.....	8
2.5. Regresi <i>Time Series</i>	9
2.6. Model <i>Autoregressive</i> (AR).....	10
2.7. Model <i>Moving Average</i> (MA)	10
2.8. Model <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA).....	10
2.9. Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA).....	11
2.10. Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable</i> (ARIMAX)	11
2.11. Estimasi Parameter Model ARIMAX.....	12
2.12. Akurasi Model	14
2.13. Harga Eceran Daging Sapi	14
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2. Data Penelitian.....	16
3.3. Metode Penelitian	16

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1. Uji Stasioneritas pada Data Harga Eceran Daging Sapi.....	19
4.2. Identifikasi Model ARIMA pada Data Harga Eceran Daging Sapi	19
4.3. Pemilihan Model ARIMA Terbaik pada Data Harga Eceran Daging Sapi	23
4.4. Uji Signifikansi Variabel <i>Dummy</i> pada Harga Eceran Daging Sapi	26
4.5. Uji Signifikansi Parameter Model ARIMAX pada Data Harga Eceran Daging Sapi	26
4.6. Akurasi Model pada Data Harga Eceran Daging Sapi	29
4.7. Peramalan Harga Eceran Daging Sapi.....	30
V. KESIMPULAN.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Plot</i> Deret Waktu.....	6
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. <i>Plot</i> Data Harga Eceran Daging Sapi.....	20
Gambar 4. <i>Plot</i> Data Setelah <i>Differencing</i>	21
Gambar 5. <i>Plot</i> ACF Setelah <i>Differencing</i>	23
Gambar 6. <i>Plot</i> PACF Setelah <i>Differencing</i>	23
Gambar 7. Perbandingan Harga Asli, Prediksi, Selisih, dan MAPE	29
Gambar 8. <i>Plot</i> Hasil Peramalan	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Uji ADF	20
Tabel 2. Hasil Uji ADF setelah <i>Differencing</i>	22
Tabel 3. Perbandingan Nilai AIC setiap Model	24
Tabel 4. Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> pada Model ARIMA	24
Tabel 5. Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> pada Model ARIMA	25
Tabel 6. Hasil Uji Signifikansi Variabel <i>Dummy</i>	26
Tabel 7. Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARIMAX	27
Tabel 8. Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> pada Model ARIMAX	27
Tabel 9. Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> pada Model ARIMAX	28
Tabel 10. Hasil Peramalan	30

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) merupakan analisis deret waktu yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins sehingga sering disebut sebagai ARIMA Box Jenkins (Makridakis, *et al.*, 1997). Model ini sepenuhnya mengabaikan variabel bebas dalam proses peramalan serta mengasumsikan bahwa data yang digunakan harus bersifat stasioner (Wei, 2006). Dengan kata lain, model ARIMA cukup efektif untuk data yang relatif stabil dan bergantung hanya pada faktor-faktor internal dalam data itu sendiri. Namun kenyataannya, variabel target seringkali dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal yang tidak dapat ditangkap oleh model ARIMA. Akibatnya, model ini bisa kehilangan informasi penting yang dapat meningkatkan akurasi prediksi. Oleh karena itu, berkembanglah metode *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable* (ARIMAX) (Montgomery, *et al.*, 2015).

Menurut Cryer & Chan (2008), model ARIMAX adalah modifikasi dari model dasar ARIMA dengan penambahan variabel eksogen. Variabel eksogen merupakan variabel bebas yang nilainya tidak dipengaruhi oleh variabel lain dalam model. Model ARIMAX digunakan untuk memprediksi nilai *time series* dengan mempertimbangkan tidak hanya pola dari data historis, tetapi juga variabel eksternal yang memengaruhi hasil prediksi. Dalam metode ARIMAX, variabel dependen yang biasa dikenal dengan Z_t sering kali terpengaruh oleh variabel independen lainnya yaitu X_t pada waktu ke- t . Variabel X_t disebut sebagai variabel eksogen. Dalam konteks *time series*, variabel eksogen mengacu pada variabel-

variabel yang memengaruhi variabel target tetapi berasal dari luar sistem yang sedang dianalisis. Proses pembentukan model ARIMAX diawali dengan membangun model regresi deret waktu yang menghubungkan variabel dependen dan variabel independen. Kemudian, residual dari model regresi tersebut dianalisis lebih lanjut dan dimodelkan menggunakan ARIMA.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode ARIMAX, di antaranya yaitu, peramalan jumlah pengunjung objek wisata di Kabupaten Gunungkidul yang dilakukan oleh Berlinditya dan Noeryanti (2019) dengan hasil *plot* data yang menunjukkan bahwa saat terjadinya Lebaran dan bulan setelah Lebaran mengindikasikan kenaikan pengunjung objek wisata di Gunungkidul untuk setiap tahunnya, Syam (2022) melakukan penelitian pada data coklat di Indonesia dan Amerika Serikat dengan hasil penelitian nilai MAPE yang dihasilkan berada di bawah 10 persen yang menunjukkan bahwa metode tersebut memiliki kemampuan yang sangat baik dalam melakukan peramalan, Susila (2020) pada data inflasi di Indonesia dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa variabel *dummy* yaitu Hari Raya Idulfitri berpengaruh signifikan terhadap inflasi sebesar 0.47 yang berarti bahwa angka inflasinya akan bertambah sebesar 0.47 pada saat Hari Raya Idulfitri dibandingkan bulan lainnya. Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Kusumaningrum, dkk. (2023) pada data transaksi pembayaran nontunai dan diperoleh model ARIMAX terbaik (1,1,0) yang sangat akurat dan pola data hasil peramalan secara keseluruhan mengalami fluktuasi yang menunjukkan bahwa variabel *dummy* (hari libur akhir tahun) memiliki pengaruh signifikan terhadap transaksi pembayaran nontunai. Silvia dan Achmad (2023) melakukan peramalan harga komoditas cabai rawit di Provinsi Jawa Barat, diperoleh model terbaik (0,1,1) dengan hasil akurasi peramalan menggunakan MAPE sebesar 11% yang berarti bahwa model memiliki kemampuan peramalan yang baik. Efek variasi kalender (Idulfitri) memengaruhi harga cabai yang dapat dilihat dari hasil peramalannya memiliki selisih yang sangat kecil dengan data aktual (sangat mendekati data aktual).

Meningkatnya permintaan akan konsumsi daging sapi seringkali terjadi menjelang perayaan hari besar keagamaan seperti Idulfitri, Ramadan, Natal dan juga Tahun Baru. Daging sapi merupakan komoditas hasil peternakan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dibandingkan dengan komoditas peternakan lainnya, sehingga jika terjadi ketidakseimbangan antara permintaan dengan jumlah pasokan di pasaran maka akan berdampak pada fluktuasi harga daging sapi (Putranto, dkk. 2011).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung, Provinsi Lampung dikenal sebagai salah satu penghasil utama daging sapi di Indonesia. Pada tahun 2023, produksi daging sapi di Lampung mencapai 22.895,18 ton, menempatkannya sebagai salah satu provinsi dengan kontribusi signifikan terhadap pasokan daging sapi di wilayah Sumatera (BPS, 2023). BPS juga mencatat adanya fluktuasi harga yang signifikan pada daging sapi di Lampung, yang dipengaruhi oleh musim dan hari besar keagamaan. Data ini menunjukkan pentingnya analisis harga eceran daging sapi di Lampung untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi harga di tingkat regional dan nasional.

Pengendalian serta stabilisasi harga eceran daging sapi dapat dicapai dengan memahami pola pergerakan harga dan melakukan peramalan yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan model ARIMAX pada data harga eceran daging sapi dengan melibatkan peristiwa Ramadan, Idulfitri, Natal dan Tahun Baru sebagai variabel eksogen guna menganalisis pergerakan serta memprediksi harga di masa mendatang.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh model ARIMAX terbaik dengan kriteria nilai AIC terkecil pada data harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung;
2. Mengetahui hasil peramalan harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung Tahun 2025.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang gambaran hasil peramalan harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung. Selain itu, juga dapat sebagai bahan bacaan yang menambah wawasan terkait analisis peramalan deret waktu yang melibatkan variabel eksogen dengan menggunakan metode ARIMAX.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deret Waktu

Deret waktu adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang dikumpulkan secara berurutan menurut urutan waktu kejadiannya dengan selang waktu yang konsisten (Wei, 2006). Data deret waktu sendiri merupakan data yang dikumpulkan berdasarkan interval waktu tertentu, seperti harian, mingguan, bulanan, tahunan, ataupun periode lainnya dalam rentang waktu yang sama (Cryer & Chan, 2008).

Menurut Aswi dan Sukarna (2006), analisis deret waktu merupakan metode statistika yang digunakan untuk meramal struktur probabilistik keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Langkah awal yang harus dilakukan adalah memahami pola deret waktu terlebih dahulu agar dapat memilih metode yang tepat untuk data yang dimiliki. Pola data dibedakan menjadi 4 (Hanke & Wichern, 2014), yaitu:

1. Pola Konstan

Pola konstan merupakan pola yang terjadi ketika nilai data berfluktuasi di sekitar rata-rata yang tetap, stabil atau bersifat stasioner terhadap nilai rata-ratanya.

2. Pola *Trend*

Pola *trend* merupakan pola data yang terjadi apabila ada kenaikan atau penurunan data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu yang panjang.

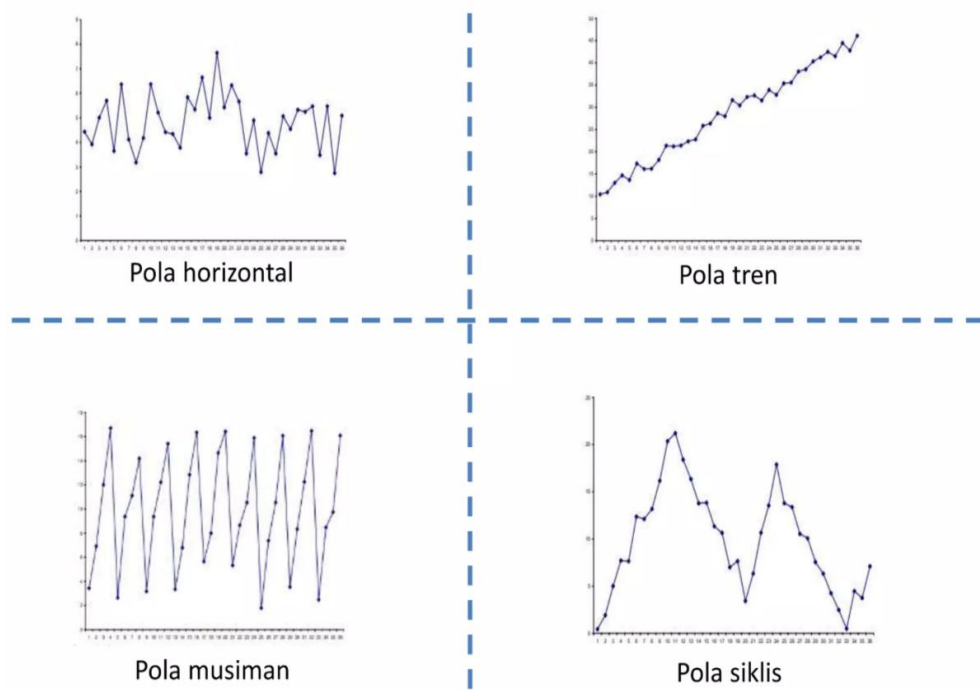
3. Pola Musiman (*Seasonal*)

Pola musiman atau *seasonal* adalah pola yang terjadi apabila datanya berulang sesudah periode tertentu: harian, mingguan, bulanan, triwulan, dan tahunan.

4. Pola Siklis (*Cycle*)

Pola siklis merupakan suatu pola data yang fluktuasi dalam data terjadi secara tidak teratur tetapi berulang, sering kali berkaitan dengan siklus ekonomi atau bisnis.

Berikut diberikan visualisasi dari keempat pola data.



Gambar 1. *Plot Deret Waktu*

2.2. Kestasioneran Data

Makridakis dkk. (1999) menyatakan bahwa sebagian besar deret waktu bersifat nonstasioner, serta aspek *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) dalam model ARIMA hanya berlaku untuk deret waktu yang stasioner. Stasioner memiliki arti tetap atau tidak berubah. Oleh karena itu, langkah terpenting yang harus

dilakukan sebelum melanjutkan analisis adalah menguji stasioneritas terhadap data yang akan digunakan (Kitagawa, 2010). Menurut Wei (2006), uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) merupakan salah satu uji stasioneritas yang digunakan untuk menentukan apakah data deret waktu stasioner atau tidak. Misalkan model AR(1) ditulis sebagai berikut:

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + e_t \quad (2.1)$$

Lalu kedua ruas pada persamaan (2.1) dikurangi dengan Z_{t-1} dan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_t - Z_{t-1} &= \phi Z_{t-1} - Z_{t-1} + e_t \\ \Delta Z_t &= (\phi - 1) Z_{t-1} + e_t \\ \Delta Z_t &= \hat{\phi} Z_{t-1} + e_t \end{aligned} \quad (2.2)$$

Sehingga diperoleh tahapan uji ADF sebagai berikut:

1. Hipotesis:

$H_0 : \phi \geq 0$ (data tidak stasioner).

$H_1 : \phi < 0$ (data stasioner).

2. Taraf Signifikansi:

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

3. Statistik Uji:

$$ADF_{\text{test}} = \frac{\hat{\phi}}{SE(\hat{\phi})} \quad (2.3)$$

4. Kriteria Uji:

Tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha = 0.05$.

Tidak tolak H_0 jika $p\text{-value} > \alpha = 0.05$.

5. Keputusan

6. Kesimpulan

Jika data yang dimiliki tidak stasioner, maka dapat dilakukan modifikasi agar data menjadi stasioner yaitu dengan proses pembedaan (*differencing*).

2.3. Peramalan

Peramalan merupakan suatu perkiraan mengenai keadaan di masa yang akan datang (Taylor, 2004). Menurut Kasmir & Jakfar (2015), peramalan merupakan kombinasi antara pengetahuan dan seni dalam memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan informasi yang tersedia saat ini. Dalam melakukan peramalan diperlukan data dan informasi masa lalu. Selain itu, peramalan juga merupakan proses memprediksi satu atau serangkaian peristiwa yang akan terjadi di masa depan (Montgomery, *et al.*, 2008). Peramalan dapat mencakup pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan menggunakan suatu model matematis (Heizer & Render, 2011).

2.4. Variabel Eksogen

Variabel eksogen adalah variabel yang dapat memengaruhi perubahan pada variabel endogen serta dapat memberikan pengaruh positif maupun negatif terhadap variabel endogen nantinya (Kuncoro, 2003). Menurut Sugiyono (2012), variabel eksogen merupakan variabel yang menyebabkan perubahan atau munculnya variabel terikat. Variabel tambahan yang dilibatkan ke dalam model berperan sebagai variabel penjelas. Salah satu variabel penjelas yang umum digunakan dalam pemodelan ARIMAX adalah efek variasi kalender, yang dapat muncul pada peristiwa tertentu, seperti Idulfitri, Iduladha, dan lain sebagainya. Idulfitri dan Iduladha merupakan peristiwa tahunan yang memiliki waktu berbeda setiap tahunnya dikarenakan penetapannya mengikuti kalender Islam. Hal ini dapat menyebabkan pola data yang berulang namun tidak selalu sama setiap tahunnya. Efek variasi kalender yang dilibatkan ke dalam model berperan sebagai variabel independen dan biasanya direpresentasikan dalam model regresi menggunakan variabel *dummy* (Rosadi, 2012).

2.5. Regresi *Time Series*

Regresi *time series* adalah metode analisis statistik yang digunakan untuk menganalisis dan memprediksi perilaku data yang berhubungan dengan waktu. Teknik ini membantu mengidentifikasi pola, tren, serta fluktuasi dalam data *time series*, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam terkait pergerakan data tersebut. Bentuk umum model regresi *time series* dapat ditulis dengan (Gujarati, 2011):

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \cdots + \beta_j X_{j,t} + \varepsilon_t \quad (2.4)$$

dengan:

Z_t = pengamatan pada periode waktu ke- t

β_0 = konstanta atau intersep

β_j = koefisien regresi ke- j

$X_{j,t}$ = nilai variabel independen j pada waktu t

ε_t = *error* periode ke- t

Dalam analisis data deret waktu, sering kali diperlukan penyesuaian model untuk mempertimbangkan pola historis dari variabel dependen dan *error*. Oleh karena itu, persamaan (2.4) dapat dikembangkan dengan menambahkan elemen *lag* dari Z_t dan ε_t sehingga membentuk persamaan sebagai berikut (Gujarati, 2011):

$$Z_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Z_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{k,t} + \varepsilon_t \quad (2.5)$$

dengan:

Z_t = pengamatan pada periode waktu ke- t

β_0 = konstanta atau intersep

ϕ_i = koefisien AR ke- i , dengan $i = 1, 2, \dots, p$

θ_j = koefisien MA ke- j , dengan $j = 1, 2, \dots, q$

β_k = koefisien variabel eksogen ke- k , dengan $k = 1, 2, \dots, K$

p = orde AR

q = orde MA

K = jumlah variabel eksogen (X_k)

ε_t = *error* periode ke- t

2.6. Model *Autoregressive* (AR)

Model *Autoregressive* merupakan model yang mendeskripsikan bahwa nilai saat ini dipengaruhi oleh nilai masa lampau dan digunakan untuk mengukur tingkat keterkaitan. Bentuk umum model *Autoregressive* (Makridakis, dkk., 1999):

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

dengan:

Z_t = pengamatan pada periode waktu ke- t

ϕ_p = koefisien AR ke- p

ε_t = *error* periode ke- t

2.7. Model *Moving Average* (MA)

Moving Average merupakan nilai dalam deret waktu pada periode t yang dipengaruhi oleh galat saat ini dan juga galat sebelumnya. Bentuk umum dari model *Moving Average* adalah sebagai berikut (Makridakis, dkk., 1999):

$$Z_t = \theta_0 - \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.7)$$

dengan:

Z_t = pengamatan pada periode waktu ke- t

ε_{t-q} = *error* periode ke- $t, t-1, \dots, t-q$

θ_q = koefisien MA ke- q ,

ε_t = *error* periode ke- t

2.8. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Model ARMA (p, q) adalah kombinasi dari model AR (p) dan MA (q) yang memiliki prosedur yang sederhana. Dengan menggabungkan kedua model ini, autokorelasi dapat diperhitungkan, baik dari nilai variabel yang diprediksi pada periode sebelumnya maupun dari galat yang terjadi pada setiap periode

sebelumnya. Adapun persamaan umum model ARMA adalah (Makridakis, dkk., 1999):

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.8)$$

dengan:

Z_t = pengamatan pada periode waktu ke- t

ϕ_p = koefisien AR ke- p

θ_q = koefisien MA ke- q

ε_{t-q} = *error* periode ke- t , $t-1$, ..., $t-q$

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

Menurut Wei (2006), model ARIMA merupakan model yang secara penuh mengabaikan variabel bebas dalam proses peramalan dan mengasumsikan bahwa data yang digunakan harus bersifat stasioner. Model ARIMA memiliki tiga komponen utama yaitu: *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), dan *Moving Average* (MA) sehingga sering dinyatakan dalam notasi ARIMA (p, d, q). Secara umum model ARIMA adalah sebagai berikut:

$$(\phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p})(Z_t - Z_{t-1})Z_t = \theta_0 - \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \dots \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.9)$$

dengan:

Z_t = pengamatan pada periode waktu ke- t

$(Z_t - Z_{t-1})$ = *differencing*

ϕ_p = koefisien AR ke- p

θ_q = koefisien MA ke- q

ε_{t-q} = *error* periode ke- t , $t-1$, ..., $t-q$

2.10. Model *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable* (ARIMAX)

ARIMAX adalah perluasan dari model ARIMA, yaitu salah satu model deret waktu yang digunakan untuk memprediksi data deret waktu dengan mempertimbangkan

tidak hanya pola dari data masa lalu, tetapi juga variabel eksternal yang berpengaruh terhadap hasil prediksi. Dengan adanya variabel lain yang memengaruhi model deret waktu dapat menyebabkan pola fluktuasi yang berulang pada beberapa titik pengamatan di setiap periode. Model ARIMAX diduga mampu mengenali pola tersebut dengan memasukkan informasi tentang peristiwa tertentu sebagai variabel tambahan, yang disebut sebagai variabel eksogen (Montgomery, *et al.*, 2015).

Bentuk umum model ARIMAX dengan variabel *dummy* adalah sebagai berikut (Box, *et al.*, 2015):

$$\Delta Z_t = \phi_1 \Delta Z_{t-1} + \phi_2 \Delta Z_{t-2} + \dots + \phi_p \Delta Z_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \dots + \beta_k X_{k,t} + \varepsilon_t \quad (2.10)$$

dengan:

Z_t = pengamatan pada periode waktu ke- t

ΔZ_t = *differencing* ($\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$)

ϕ_p = koefisien AR ke- p

θ_q = koefisien MA ke- q

β_k = koefisien variabel eksogen ke- k

ε_{t-q} = *error* periode ke- t

2.11. Estimasi Parameter Model ARIMAX

Estimasi parameter adalah pendugaan karakteristik suatu populasi (parameter) berdasarkan karakteristik sampel (statistik). Dalam analisis deret waktu, tujuan estimasi parameter adalah untuk membangun model yang optimal. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan parameter-parameter model deret waktu, seperti: *Ordinary Least Square*, *Maximum Likelihood Estimation*, *Conditional Least Square*, dan Metode Momen (Wei, 2006). Penelitian ini menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Metode ini biasanya digunakan dalam estimasi parameter model ARIMAX menghasilkan penduga yang

bersifat tak bias. Persamaan umum regresi yang digunakan adalah sebagai berikut (Sembiring, 1995):

$$\begin{aligned} z &= X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon &= z - X\beta \end{aligned} \quad (2.11)$$

Adapun estimasi parameter menggunakan OLS dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \varepsilon' \varepsilon &= (z - X\beta)'(z - X\beta) \\ &= z'z - z'X\beta - \beta'X'z + \beta'X'X\beta \\ &= z'z - (z'X\beta)' - \beta'X'z + \beta'X'X\beta \\ &= z'z - \beta'X'z - \beta'X'z + \beta'X'X\beta \\ &= z'z - 2\beta'X'z + \beta'X'X\beta \\ \frac{\partial \varepsilon' \varepsilon}{\partial \beta} &= \frac{\partial z'z}{\partial \beta} - \frac{2\beta'X'z}{\partial \beta} + \frac{\beta'X'X\beta}{\partial \beta} \\ &= 0 - 2X'z + X'X\beta + (X'X\beta)' \\ &= -2X'z + 2X'X\beta \end{aligned}$$

dengan

$$\frac{\partial \varepsilon' \varepsilon}{\partial \beta} = 0$$

maka

$$\begin{aligned} -2X'z + 2X'X\beta &= 0 \\ X'X\beta &= X'z \\ (X'X)^{-1}(X'X)\beta &= (X'X)^{-1}X'z \\ \hat{\beta} &= (X'X)^{-1}X'z \end{aligned} \quad (2.12)$$

dengan:

- z = vektor variabel dependen
- X = matriks variabel independen
- β = vektor parameter/koeffisien regresi yang akan diestimasi
- ε = vektor residual (galat)
- $X'X$ = matriks kovarians variabel independen

Sehingga diperoleh estimator parameter OLS pada persamaan (2.12) sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'z$$

2.12 Akurasi Model

Menurut Wei (2006), untuk menilai keakuratan model berdasarkan data uji, dapat digunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang merupakan persentase kesalahan rata-rata secara mutlak antara data peramalan dan aktualnya. Perhitungan MAPE dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right| \times 100\%$$

dengan:

n = jumlah data yang digunakan

Z_t = nilai aktual atau data yang sebenarnya pada periode ke- t

$\hat{Z}_t$ = nilai peramalan atau prediksi pada periode ke- t

Berikut adalah kriteria untuk menilai kemampuan berdasarkan nilai MAPE:

- <10% : kemampuan peramalan sangat baik
- 10% - 20% : kemampuan peramalan baik
- 20% - 50% : kemampuan peramalan cukup baik
- >50% : kemampuan peramalan buruk

2.13 Harga Eceran Daging Sapi

Daging sapi merupakan salah satu bahan pangan asal ternak yang mengandung nutrisi berupa air, protein, mineral, lemak, dan sedikit karbohidrat. Menurut Arifin (2008), daging sapi merupakan produk ternak yang mengandung nutrisi penting bagi tubuh manusia untuk pertumbuhan dan kesehatan. Konsumsi daging masyarakat Indonesia cenderung meningkat seiring dengan peningkatan pendapatan perkapita serta berkembangnya industri pengolahan pangan. Meningkatnya permintaan akan konsumsi daging sapi seringkali terjadi menjelang perayaan hari besar keagamaan seperti Idulfitri, Ramadan, Natal dan Tahun Baru. Menurut Putranto, dkk. (2011), daging sapi merupakan komoditas hasil peternakan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dibandingkan dengan komoditas peternakan lainnya sehingga jika terjadi ketidakseimbangan antara

permintaan dengan jumlah pasokan di pasaran maka akan berdampak pada fluktuasi harga eceran daging sapi, yaitu merupakan harga yang dibayarkan pelanggan untuk suatu produk atau layanan di toko eceran yang biasanya ditentukan oleh berbagai faktor, termasuk biaya produksi, biaya distribusi, dan keuntungan yang diinginkan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2024/2025 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 harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung tahun 2017-2024. Menurut Pindyck & Rubinfeld (1998), untuk mendapatkan hasil yang baik, sebaiknya menggunakan data minimal 4 tahun agar model bisa mengidentifikasi pola atau *trend* yang lebih stabil. Dengan menggunakan data terkini, penelitian ini dapat menghasilkan model *forecasting* yang lebih akurat dan relevan untuk memprediksi harga di tahun yang akan datang. Data harga eceran daging sapi Provinsi Lampung ini diperoleh dari *website* Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung yang dapat diakses pada link berikut <https://dinastph.lampungprov.go.id/>.

3.3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam meramalkan harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung adalah model ARIMAX. Proses penelitiannya mencakup

beberapa tahapan yang sistematis, dimulai dari identifikasi masalah dan variabel diikuti dengan analisis data dan pengujian model untuk memastikan hasil peramalan yang akurat dengan bantuan *software* RStudio. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Masalah dan Variabel

Menetapkan variabel yang diprediksi atau variabel target (harga eceran daging sapi) serta variabel eksogen (variabel *dummy*) yang kemungkinan besar memiliki pengaruh terhadap variabel target.

2. Menguji Kestasioneran Data

Untuk menguji kestasioneran data dapat dilihat dari Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF), dengan $p\text{-value} < \alpha = 0.05$.

3. Pemilihan Orde Model ARIMA

Menentukan nilai parameter ARIMA (p, d, q) yang melibatkan pemilihan urutan *autoregressive* (p), *differencing* (d), dan *moving average* (q) yang sesuai untuk mengidentifikasi pola dalam data secara akurat. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat *Project Line* yang melewati *Significance Limits* pada *plot* ACF dan PACF.

4. Pemilihan Variabel Eksogen

Memilih variabel eksogen yang tepat yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel target untuk meningkatkan kualitas model.

5. Membangun Model ARIMAX

Membangun model ARIMAX dengan memasukkan variabel eksogen ke dalam model ARIMA yang sudah ditentukan (model ARIMA terbaik), yang memiliki nilai AIC terkecil.

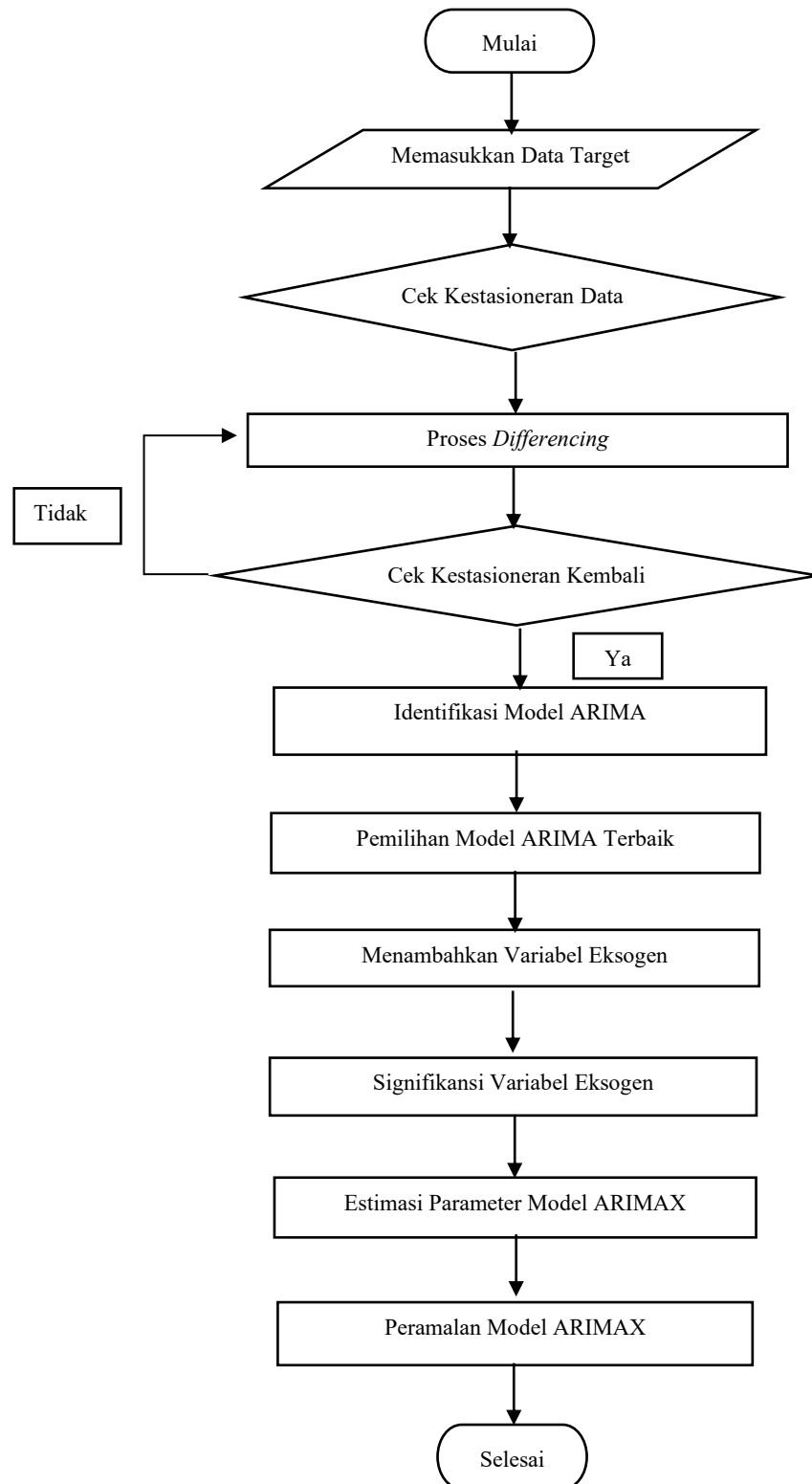
6. Akurasi Model

Akurasi model dalam penelitian ini dievaluasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Nilai MAPE juga memudahkan interpretasi karena memberikan gambaran kesalahan peramalan secara proporsional terhadap data aktual.

7. Peramalan

Dengan model ARIMAX yang sudah divalidasi, maka dapat dilakukan peramalan terhadap harga daging sapi di Provinsi Lampung untuk Tahun 2025.

Berikut adalah diagram alir tahapan penelitian yang dilakukan dalam meramalkan harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung menggunakan model ARIMAX.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Model ARIMA terbaik adalah model ARIMA (1,1,1) dengan variabel *dummy* sebagai variabel eksogen yang meliputi Hari Raya Idulfitri, Ramadan, Natal, dan Tahun Baru. Persamaan Model ARIMAX dari model ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$\Delta Z_t = (-0.07836774)\Delta Z_{t-1} + (-0.42472120)\varepsilon_{t-1} \\ + (1189.98608319)X_t + \varepsilon_t$$

2. Dengan menggunakan model ARIMA (1,1,1) sebagai model terbaik, maka diperoleh hasil peramalan untuk data harga eceran daging sapi di Provinsi Lampung tahun 2025 sebagai berikut: 133746.1, 132530.4, 133722.4, 133722.3, 132532.3, 132532.3, 132532.3, 132532.3, 132532.3, 132532.3, 132532.3, dan 133722.3.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal. 2008. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Surabaya: Cendekia.
- Aswi & Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu. Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Badan Pusat Statistik. Produksi Daging Ternak Menurut Provinsi dan Jenis Ternak (kg). (diakses pada Oktober 2024), <https://www.bps.go.id/id/statisticstable/3/TkZZNEt6UINVakF4TUdadVRrdFVaMmRHYjNKcFp6MDkjMw%3D%3D/produksi-daging-ternak-menurut-provinsi-dan-jenis-ternak-kg-.html>.
- Berlinditya, B., & Noeryanti. 2019. Pemodelan Time Series dalam Peramalan Jumlah Pengunjung Objek Wisata di Kabupaten Gunungkidul Menggunakan Metode ARIMAX Efek Variasi Kalender. *Jurnal Statistika dan Komputasi*. 4(1): 81-88.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. 2015. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Cryer, J., & Chan, K. 2008. *Time Series Analysis with Applications In R*. New York: Springer.
- Gujarati, D. N. 2011. *Econometrics by Example*. New York: Palgrave Macmillan.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. 2014. *Business Forecasting, 9th Edition*. USA: Pearson Education Limited.
- Heizer, J., & Render, B. 2011. *Operation Management, 10th Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.

- Kasmir & Jakfar. 2015. *Studi Kelayakan Bisnis Edisi Revisi*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Kitagawa, G. 2010. *Introduction to Time Series Modelling*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Kuncoro, M. 2003. *Metode Riset untuk Bisnis dan Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- Kusumaningrum, N., Purnamasari, I., & Siringoringo, M. 2023. Peramalan Menggunakan Model Hybrid ARIMAX-NN untuk Total Transaksi Pembayaran Nontunai. *Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*. 5(1): 1-14.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. 1997. *Forecasting Methods and Applications, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulachi, M. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting, 1st Edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulachi, M. 2015. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting, 2nd Edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Pindyck, R. S, & Rubinfeld, D. L. 1998. *Econometric Models and Economic Forecasts, 4th Edition*. Boston: Irwin-McGraw-Hill.
- Putranto, W., Sayekti, S., Indrayanti, S., & Suharoyanto. 2011. *Bunga Rampai Statistik Percobaian*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Rosadi, D. 2012. *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: ANDI.
- Sembiring, R. K. 1995. *Analisis Regresi*. Bandung: ITB.

- Silvia, R. H. & Achmad, A. I. 2023. Penerapan Metode ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender pada Peramalan Harga Komoditas Cabai Rawit di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Matematika dan Statistika*. **3**(2): 689-698.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Susila, M. R. 2020. Pengaruh Hari Raya Idul Fitri Terhadap Inflasi Di Indonesia Dengan Pendekatan ARIMAX (Variasi Kalender). *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. **14**(3): 367-376.
- Syam, A. R. 2022. Penerapan Metode Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous (ARIMAX) with Calender Variation Effect untuk Peramalan Data Cokelat di Indonesia dan Amerika Serikat. *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi*. **18**(2): 224-236.
- Taylor, B. W. 2004. *Management Science, 8th Edition*. Jakarta: Salemba Empat.
- Wei, W. W. S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods, 2nd Edition*. USA: Addison Wesley Publishing Company.