

**PREDIKSI HARGA PUPUK SUBSIDI MENGGUNAKAN METODE
*AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)***

SKRIPSI

**Oleh:
ACHMAD SYARIFUL ANAM
19650131**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**PREDIKSI HARGA PUPUK SUBSIDI MENGGUNAKAN METODE
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE**

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :
ACHMAD SYARIFUL ANAM
NIM. 19650131

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

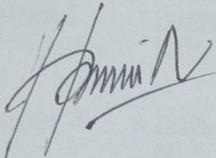
**PREDIKSI HARGA PUPUK SUBSIDI MENGGUNAKAN METODE
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE**

SKRIPSI

**Oleh :
ACHMAD SYARIFUL ANAM
NIM. 19650131**

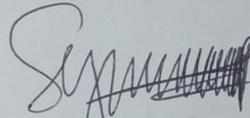
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: Desember 2023

Pembimbing I,



Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

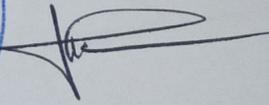
Pembimbing II,



A'la Syaqui, M.Kom
NIP. 19771201 20081 1 007

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

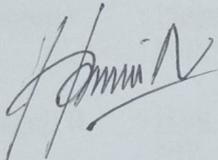
**PREDIKSI HARGA PUPUK SUBSIDI MENGGUNAKAN METODE
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE**

SKRIPSI

**Oleh :
ACHMAD SYARIFUL ANAM
NIM. 19650131**

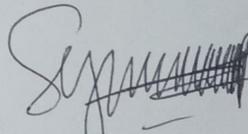
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: Desember 2023

Pembimbing I,



Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

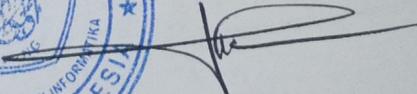
Pembimbing II,



A'la Syaqui, M.Kom
NIP. 19771201 20081 1 007

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Syariful Anam

NIM : 19650131

Fakultas / Prodi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Prediksi Harga Pupuk Subsidi Menggunakan Metode
Autoregressive Integrated Movingaverage

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 25 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,



Achmad Syariful Anam

NIM. 19650131

MOTTO

*~ al-muhafadhotu ‘ala qodimis sholih wal akhdzu bil
jadidil ashlah ~*

”Melestarikan tradisi lama yang baik, dan mengambil
hal baru yang lebih baik” (Ushul Fiqh)

~ Musuhku, Awakku dewe ~

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmaanirrohiim

Penulis ingin menyampaikan penelitian ini kepada orang tua, keluarga, dosen, sahabat, dan semua orang yang telah berpartisipasi secara aktif dalam proses menyelesaikan penelitian ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis haturkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas taufik dan petunjuk-Nya, sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi berjudul "Prediksi Harga Pupuk Subsidi Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Movingaverage". Pada kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan rasa hormat dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah terlibat dalam usaha menyelesaikan skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Prof. Dr. Sri Hariani, M.Si selalu dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Hani Nurhayati, M.T selaku dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan motivasi serta dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. A'la Syauqi, M.Kom selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk memberikan ilmu serta arahan dalam proses penyelesaian penyusunan skripsi ini.

6. Dosen dan tenaga akademis di Jurusan Teknik Informatika yang telah berkontribusi dengan ilmu yang sangat berharga, dengan demikian secara tidak langsung turut berpartisipasi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Kepada kedua orang tua saya, yaitu alm bapak Asrori dan ibu lilik fadhilah, saya menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan yang tak terhingga, baik dalam bentuk doa, motivasi, arahan, semangat, maupun dukungan finansial terbesar, yang sangat berperan dalam perjalanan perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Juga, kepada saudara-saudara saya, Nur Laily Rohmania dan Muhammad Afifuddin, serta ucapan terima kasih kepada keluarga besar H. Anwar yang telah memberikan motivasi dan semangat untuk terus menyelesaikan skripsi ini.
8. Dengan tulus dan penuh terima kasih, saya ucapkan kepada semua guru, ustadz, dan kyai yang telah menjadi pilar pendidikan baik pendidikan jasmaniah maupun spiritual dalam hidup saya. Terima kasih atas dedikasi dan bimbingan tanpa batas yang telah membentuk karakter dan menginspirasi saya hingga saat ini. Setiap sukses saya adalah hasil dari jejak tangan guru, ustad, dan kyai saya. Terima kasih, para guru, atas segala yang telah diberikan.
9. Para saudara-saudara seperjuangan yang dengan kesadaran bersama membentuk kelompok yang disebut "Ahlussunnah Wal Jama'ah yang beranggotakan "Alfin Cipmang, Bila, Bisyri, Dayat, Deri, Dicky, Fikri, Puput, Riduan, Sadad, Zulfan, Pejon, Andi, Faiz, Thoriq, Wiwid, Alfin Cilik" atas segala rangkaian cerita, dukungan bantuan dalam bentuk apapun selama perkuliahan hingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini.

10. Kepada seluruh keluarga besar Program Studi Teknik Informatika, khususnya Angkatan 2019 dengan sebutan "ALIEN", saya mengucapkan terima kasih atas dukungan yang diberikan dalam upaya saling menyelesaikan skripsi.
11. Segala pihak yang terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan skripsi ini, kami haturkan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan mungkin terdapat kesalahan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis menghargai kritik dan saran yang bersifat membangun untuk mengembangkan skripsi ini agar dapat lebih bermanfaat bagi dirinya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 25 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
البحث مستخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian terkait	7
2.2 Peramalan.....	9
2.3 Metode Model ARIMA.....	10
2.3.1 Model AR (Autoregressive).....	12
2.3.2 Model MA (Moving Average).....	12
2.3.3 Model ARMA (Autoregressive Moving Average).....	13
2.3.4 Model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)	13
2.4 Stasioneritas	14
2.5 ACF (Autocorrelation Function).....	15
2.6 PACF (Partial Autocorrelation Function).....	16
2.7 Pengenalan Pupuk Subsidi.....	17
2.7.1 Peran pupuk subsidi dalam pertanian	18
2.7.2 Dampak pupuk bersubsidi pada petani dan ekonomi pertanian.....	19
2.7.3 Dampak kebijakan terhadap harga pupuk.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Desain Penelitian	21
3.2 Pengumpulan Data	23
3.3 Perancangan Sistem	24
3.3.1 Metode ARIMA	24
3.3.2 Proses Stasioneritas.....	25
3.3.3 Identifikasi Model.....	28

3.3.4 Uji Kesesuaian Model.....	29
3.3.5 Peramalan.....	30
3.4 Validasi	31
3.4.1 Pengujian MAPE	31
3.4.2 Pengujian RMSE.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil Pengujian.....	34
4.1.1 Uji Stasioneritas.....	34
4.1.2 Identifikasi Model.....	35
4.1.3 Estimasi dan Uji Signifikasi Parameter	37
4.1.4 Uji Kesesuaian Model.....	40
4.2 Hasil Skenario Uji Coba	42
4.2.1. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 50:50	42
4.2.2. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 70:30	43
4.2.3. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 60:40	44
4.2.4. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 80:20	44
4.3 Pembahasan.....	45
4.4 Integrasi Islam.....	49
BAB V PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	21
Gambar 3. 2 Flowchart Proses Metode ARIMA.....	24
Gambar 3. 3 Plot ACF dan PACF sebelum Differencing	26
Gambar 3. 4 Plot ACF dan PACF Sesudah Differencing	28
Gambar 4. 1 Plot data harga pupuk subsidi (differencing)	35
Gambar 4. 2 Plot ACF dan PACF (differencing 1).....	36
Gambar 4. 3 Hasil estimasi parameter menggunakan Python.....	37
Gambar 4. 4 Hasil prediksi menggunakan model (1, 2, 2)	47
Gambar 4. 5 Hasil pengujian MAPE.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Data Harga Pupuk Subsidi 2004 sampai 2023.....	23
Tabel 3. 2 Uji Stasioneritas	26
Tabel 3. 3 Proses Differencing.....	27
Tabel 3. 4 Uji Stasioneritas Differencing Pertama.....	27
Tabel 3. 5 Uji Kelayakan Model.....	29
Tabel 3. 6 Pengujian MAPE.....	31
Tabel 4. 1 Uji Stasioneritas dengan ADF.....	34
Tabel 4. 2 Uji stasioneritas dengan ADF	35
Tabel 4. 3 Beberapa model sementara yang di gunakan.....	37
Tabel 4. 4 Hasil uji signifikasi parameter pada tiap model.....	38
Tabel 4. 5 Hasil uji signifikasi parameter pada tiap model.....	39
Tabel 4. 6 Uji White Noise ke-6 model menggunakan Ljung-Box	41
Tabel 4. 7 Uji Normalitas model ARIMA (4, 1, 4).....	42
Tabel 4. 8 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 50:50 Model (4, 1, 4).....	42
Tabel 4. 9 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 70:30 Model (4, 1, 4).....	43
Tabel 4. 10 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 60:40 Model (4, 1, 4).....	44
Tabel 4. 11 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 80:20 Model (4, 1, 4).....	44
Tabel 4. 12 Hasil skenario uji coba model arima 4, 1, 4.....	46
Tabel 4. 13 Perbandingan data aktual dan data prediksi	47

ABSTRAK

Anam, Achmad Syariful. 2023. **Estimasi Harga Pupuk Subsidi metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) A'la Syauqi, M.Kom.

Kata kunci: Prediksi, *ARIMA*, Pupuk Subsidi, Swasembada Pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem prediksi harga pupuk subsidi di Indonesia, yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Metode ARIMA dipilih karena dapat memodelkan pola dan tren data historis dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA dengan ordo (4, 1, 4) dapat memprediksi harga pupuk subsidi dengan akurasi yang cukup baik, dengan nilai root mean square error (RMSE) sebesar 170,59. Menurut hasil prediksi, harga pupuk pada tahun 2024 diproyeksikan mencapai 2208,90, tahun 2025 sebesar 2225,65, dan tahun 2026 sebesar 2217,78. Namun, perlu dipertimbangkan nilai informasi kriteria seperti AIC untuk memastikan ketepatan model terhadap data empiris yang ada. Pada penelitian ini, ditemukan bahwa model ARIMA dengan ordo (4, 1, 4) memiliki nilai AIC yang lebih kecil dibandingkan model ARIMA dengan ordo lainnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa model ARIMA dengan ordo (4, 1, 4) adalah model yang paling sesuai untuk memprediksi harga pupuk subsidi di Indonesia. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pembagian data dengan rasio tertentu dapat memengaruhi performa model ARIMA (4, 1, 4). Pada penelitian ini, rasio 60:40 memberikan nilai RMSE terendah, yaitu sebesar 170,59. Temuan ini memberikan informasi berharga bagi para pemangku kepentingan, terutama petani, untuk merencanakan anggaran pertanian dan menghadapi fluktuasi harga pupuk subsidi pada masa mendatang.

ABSTRACT

Anam, Achmad Syariful. 2023. **Estimasi Harga Pupuk Subsidi menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) A'la Syauqi, M.Kom.

This study aims to build a system for predicting subsidized fertilizer prices in Indonesia, which plays an important role in supporting food security and economic growth in Indonesia. The ARIMA method was chosen because it can well model the patterns and trends of historical data. The results of the study show that the ARIMA model with order (4, 1, 4) can predict subsidized fertilizer prices with a good accuracy, with a root mean square error (RMSE) of 170.59. According to the prediction results, the price of fertilizer in 2024 is projected to reach 2208.90, 2225.65 in 2025, and 2217.78 in 2026. However, it is important to consider information criteria values such as AIC to ensure the accuracy of the model against the existing empirical data. In this study, it was found that the ARIMA model with order (4, 1, 4) has a lower AIC value compared to other ARIMA models with order, so it can be concluded that the ARIMA model with order (4, 1, 4) is the most suitable model for predicting subsidized fertilizer prices in Indonesia. In addition, the results of the study also show that dividing the data with a certain ratio can affect the performance of the ARIMA (4, 1, 4) model. In this study, a ratio of 60:40 gives the lowest RMSE value, which is 170.59. These findings provide valuable information for stakeholders, especially farmers, for planning agricultural budgets and dealing with fluctuations in subsidized fertilizer prices in the future.

Key words: estimating, *Arima*, Fertilizers.

مستخلص البحث

أنعام، أحمد شاريف ال. 2023. تقديرات أسعار الأسمدة المدعومة باستخدام طريقة الانحدار الذاتي للمتوسط المتحرك المتكامل (ARIMA). أطروحة. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرف: (1) هاني نورحياتي، ماجستير. (٦) علاء سيوقي، ماجستير.

لكلمات الرئيسية: أسعار الأسمدة المدعومة، ARIMA، التنبؤ، الأمن الغذائي

يهدف هذا البحث إلى بناء نظام تنبؤي لأسعار الأسمدة المدعومة في إندونيسيا والذي له دور مهم في دعم الأمن الغذائي والنمو لأنها تستطيع نمذجة أنماط واتجاهات البيانات التاريخية بشكل جيد. أظهرت ARIMA الاقتصادي في إندونيسيا. تم اختيار طريقة ذو الترتيب (4, 1, 4) يمكنه التنبؤ بأسعار الأسمدة المدعومة بدقة جيدة إلى حد ما، مع قيمة ARIMA نتائج البحث أن نموذج تبلغ 170.59. وبحسب نتائج التنبؤ، من المتوقع أن يصل سعر الأسمدة في عام 2024 إلى (RMSE) جذر متوسط مربع الخطأ 2208.90، وفي عام 2025 سيصل إلى 2225.65، وفي عام 2026 سيصل إلى 2217.78. ومع ذلك، فمن الضروري النظر لضمان مدى ملاءمة النموذج للبيانات التجريبية الموجودة. في هذا البحث وجد أن نموذج AIC في قيمة المعلومات لمعايير مثل كان النموذج الأنسب (4, 1, 4) ذو الترتيب ARIMA أصغر من نموذج AIC ذو الترتيب (4, 1, 4) كان له قيمة ARIMA للتنبؤ بأسعار الأسمدة المدعومة في إندونيسيا. بالإضافة إلى ذلك، تظهر نتائج البحث أيضاً أن تقسيم البيانات بنسبة معينة يمكن أن ، وهي 170.59. وتوفر RMSE في هذه الدراسة، أعطت نسبة 60:40 أدنى قيمة ARIMA (4, 1, 4) يؤثر على أداء نموذج هذه النتائج معلومات قيمة لأصحاب المصلحة، وخاصة المزارعين، لتخطيط الميزانيات الزراعية والتعامل مع التقلبات في أسعار الأسمدة المدعومة في المستقبل.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian memiliki peran yang sangat krusial dalam mendukung ketahanan pangan di Indonesia serta mendukung pertumbuhan ekonomi negara. Sebagai tulang punggung sektor ekonomi, pertanian tidak hanya menyediakan pangan bagi penduduk, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap pendapatan nasional (Kusumaningrum, 2019). Dalam konteks ini, upaya mencapai swasembada pertanian menjadi strategi krusial guna mengurangi ketergantungan pada impor dan menciptakan ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Swasembada pertanian, yang menjadi tujuan utama pemerintah, memiliki dampak positif yang sangat besar pada kesejahteraan rakyat dan stabilitas ekonomi negara. Dengan meningkatkan produksi dalam negeri, Indonesia dapat mengurangi risiko ketidakstabilan pasokan pangan dari luar negeri, yang seringkali rentan terhadap fluktuasi pasar global. Swasembada juga menciptakan peluang lapangan kerja di sektor pertanian, meningkatkan daya beli masyarakat pedesaan, dan menggerakkan roda perekonomian nasional.

Namun, sektor pertanian di Indonesia dihadapkan pada sejumlah tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan krusial yang dihadapi adalah ketidakpastian harga pupuk subsidi. Pupuk subsidi memiliki peran yang sangat signifikan dalam mendukung produktivitas tanaman dan hasil pertanian secara keseluruhan. Oleh

karena itu, fluktuasi harga pupuk dapat memberikan dampak yang signifikan pada biaya produksi petani, yang pada gilirannya mempengaruhi kesejahteraan mereka.

Pentingnya peran pupuk dalam menjaga pertumbuhan tanaman tidak dapat diabaikan. Pupuk berfungsi sebagai sumber nutrisi esensial yang mendukung perkembangan tanaman dan meningkatkan kualitas hasil pertanian. Dengan memberikan nutrisi yang seimbang, pupuk membantu tanaman untuk tumbuh dengan optimal, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit, dan memaksimalkan potensi hasil panen. Sehingga dapat memberikan kontribusi maksimal terhadap pencapaian swasembada pertanian di Indonesia. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang penggunaan pupuk yang tepat sangat penting dalam menjaga kesehatan dan produktivitas tanaman, sesuai dengan hadits riwayat Imam Ahmad:

عن رجل من أصحاب النبي قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ - صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَنْ نَصَبَ شَجَرَةً فَصَبَرَ عَلَى حِفْظِهَا وَالْقِيَامِ عَلَيْهَا حَتَّى تُثْمِرَ كَانَ لَهُ فِي كُلِّ شَيْءٍ يُصَابُ مِنْ ثَمَرِهَا صَدَقَةٌ عِنْدَ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ رَوَاهُ أَحْمَدُ

“Dari salah seorang sahabat ra, ia mendengar Rasulullah saw bersabda, ‘Siapa saja yang menanam pohon lalu sabar menjaga dan merawatnya hingga berbuah, maka setiap peristiwa yang menimpa buahnya akan bernilai sedekah bagi penanamnya di sisi Allah,’” (HR Ahmad)

Menurut Alhafiz Kurniawan, yang dikutip dari kitab At-Tarhib wat Tarhib minal Haditsisy Syarif karya Imam Zakiyuddin Abdul Azhim Al-Mundziri. Hadist tersebut memiliki kandungan bagaimana pandangan islam menaruh perhatian pada aktifitas penanaman pohon atau tumbuhan agar memotivasi umat islam untuk merawat, menanam, dan mengambil manfaatnya. Baik untuk diri sendiri maupun untuk makhluk lainnya (Kurniawan, 2022). Agar tumbuhan menghasilkan manfaat

yang maksimal, maka diperlukannya pupuk sebagai keseimbangan zat hara dalam tanah.

Pupuk subsidi memiliki peran krusial dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan hasil pertanian. Meskipun pupuk subsidi sudah merupakan dukungan yang di adakan oleh pemerintah yang signifikan bagi petani, fluktuasi harga pupuk juga dapat memberikan dampak yang signifikan pada biaya produksi dalam pertanian serta kesejahteraan bagi petani. Oleh karena itu, diperlukan adanya pendekatan yang dapat membantu meramalkan harga pupuk subsidi dengan akurat untuk memfasilitasi perencanaan yang lebih baik di tingkat petani dan stakeholder sektor pertanian.

Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) menawarkan pendekatan yang dapat diandalkan untuk meramalkan pola dan tren data historis. ARIMA memungkinkan identifikasi pola waktu, tren, dan fluktuasi dalam data yang akan diprediksi (As'ad et al., 2017). Dengan memahami dan meramalkan perubahan harga pupuk, petani dapat mengambil langkah-langkah yang lebih proaktif dalam mengelola anggaran pertanian, meningkatkan efisiensi produksi, dan mendukung tujuan swasembada pertanian di Indonesia. Penggunaan ARIMA dalam prediksi harga pupuk subsidi juga relevan dengan upaya pemerintah untuk mencapai keberlanjutan sektor pertanian. Dengan memiliki perkiraan harga yang lebih akurat, kebijakan pangan dan pertanian dapat dirancang dengan lebih tepat, mendukung pertumbuhan sektor pertanian yang berkelanjutan dan mendorong kesejahteraan petani.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model ARIMA dalam meramalkan harga pupuk subsidi di Indonesia. Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini mampu memberikan sumbangan konseptual dengan menyediakan informasi bermanfaat bagi para petani, pemangku kepentingan pertanian, dan pengambil kebijakan dalam mendukung upaya mencapai swasembada pertanian melalui manajemen yang lebih efektif terhadap harga pupuk subsidi. Contoh penelitian tentang kasus prediksi harga pupuk dilakukan oleh Taufan Anindita Pradana, dkk (2019), melakukan penelitian tentang Perbandingan Peramalan Rata-rata Harga Pupuk XYZ Pasar Internasional dengan yang Masuk oleh Pesaing PT. A. Pada penelitian tersebut menghasilkan model peramalan ARIMA (3,1,0) untuk harga yang masuk ke pesaing PT. A, dengan nilai AIC yang didapatkan sebesar 594,45 dan menghasilkan rata-rata harga berturut-turut pada bulan Januari hingga April 2018 sebesar 374,74 USD; 379,69 USD; 396,51 USD; 393,89 USD (Pradana & Primandari, 2019).

Dari hasil penelitian yang dipublikasikan oleh Pradana dan Primandari, mengindikasikan bahwa bisa dilakukan pengujian dengan menggunakan metode ARIMA untuk melakukan prediksi harga pupuk subsidi. Selain untuk prediksi harga pupuk, tujuan dari penelitian ini juga untuk menilai keefektifan metode ARIMA dalam prediksi harga pupuk subsidi dengan mencari nilai akurasi yang paling optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Dengan merujuk pada uraian latar belakang masalah sebelumnya, maka dirumuskanlah pernyataan masalah dalam penelitian ini. Berapa hasil akurasi dari

estimasi harga pupuk bersubsidi di masa yang akan datang menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*?

1.3 Tujuan Penelitian

Orientasi dari penelitian ini, sejalan dengan pembahasan masalah yang telah diidentifikasi, adalah untuk membangun sebuah sistem dan mengetahui performa dari estimasi harga pupuk bersubsidi menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA).

1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan analisis yang sesuai dengan pernyataan masalah dan tujuan penelitian, maka perlu ditetapkan batasan masalah berikut:

1. Fokus pada peramalan harga pupuk subsidi dengan metode ARIMA.
2. Jenis pupuk yang di gunakan pada penelitian ini berupa pupuk urea
3. Hanya melibatkan data harga pupuk subsidi dari periode tertentu di masa lalu.
4. Tidak mengidentifikasi sumber fluktuasi harga secara rinci.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini:

1. Memberikan pemahaman mengenai implementasi metode ARIMA dalam meramalkan harga pupuk subsidi.
2. Sebagai dasar pertimbangan dan perencanaan bagi pemangku kepentingan di sektor pertanian untuk memberikan kebijakan yang tidak memberatkan bagi para petani.

3. Mendukung petani dalam mengantisipasi fluktuasi harga pupuk subsidi dan merencanakan anggaran dengan lebih bijaksana.
4. Menyumbangkan informasi konseptual bagi peningkatan efisiensi dalam investasi pertanian.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terkait

Penelitian terkait merupakan studi atau penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dalam bidang yang memiliki keterkaitan dengan topik tertentu yang sedang diteliti. Penelitian terkait bertujuan untuk mengembangkan pemahaman yang lebih menyeluruh dan mendalam terhadap topik yang sedang diteliti. Berikut merupakan penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dibahas dalam penelitian ini:

Ricardo Navares, dkk (2018), melakukan penelitian tentang comparing ARIMA and computational intelligence methods to forecast daily hospital admissions due to circulatory and respiratory causes in Madrid, pada penelitian ini menghasilkan perbandingan model yang paling sesuai diantara dua time series yang berbeda, ARIMA memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah sebesar 21.51% untuk time series pada penyakit pernapasan dengan hasil MAPE 12,65% dan untuk penyakit pada sirkulasi hasil MAPE 10,66%. Sementara ANN memiliki tingkat kesalahan sebesar 24.47% untuk rangkaian waktu sirkulasi, data yang digunakan berasal dari kasus penyakit sirkulasi dan pernapasan dari salah satu rumah sakit di Madrid perbulan dalam satu tahun (Navares et al., 2018).

Pranta Roy, dkk (2021), melakukan penelitian tentang Biogas generation from kitchen and vegetable waste in replacement of traditional method and its future forecasting by using ARIMA model, berdasarkan pada penelitian ini korelasi antara data aktual dan peramalan berada dalam rentang 0 hingga 1, yang

menunjukkan bahwa model ini memiliki tingkat korelasi yang baik antara data yang dihasilkan dengan data yang sebenarnya. Untuk hasil pengujian, model ARIMA menghasilkan MAPE sekitar 9,14%. Ini mengindikasikan bahwa model tersebut memiliki tingkat akurasi sekitar 90,86% dalam memprediksi pengamatan 10 tahun ke depan (Roy et al., 2021).

Sulaeman Nurman, dkk (2022), melakukan penelitian tentang Analysis of Rice Production Forecast in Maros District Using the Box-Jenkins Method with the ARIMA Model. Pada penelitian ini menghasilkan analisis penggunaan metode Box-Jenkins model ARIMA, Ditemukan bahwa model ARIMA optimal untuk data produksi beras di Kabupaten Maros adalah ARIMA (0, 2, 1) dengan nilai AIC terendah sebesar 368,12. Hasil peramalan menunjukkan tren peningkatan jumlah produksi beras setiap tahun di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, dengan pertumbuhan rata-rata sekitar 3807,1 ton. Data yang digunakan pada penelitian berupa jumlah produksi beras sebanyak 18 data yang bersumber dari BPS tahun 2019 dengan rantang waktu 2001 sampai 2018 (Nurman et al., 2022).

Rizky Ardiansyah, dkk (2021), melakukan penelitian tentang Sistem Informasi dan Peramalan Pendistribusian Pupuk dengan Metode Autoregressiveintegrated Moving Average (Arima), pada penelitian ini menghasilkan sebuah sistem informasi dan teknik peramalan untuk manajemen distribusi pupuk di PT. Sulfatama Kencana dengan Pendekatan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Hasil pengujian akurasi menggunakan metode ARIMA pada data distribusi pupuk urea di kios pertanian menunjukkan nilai koefisien beta 1 sebesar 0,9125 dan beta 2 sebesar 0,0875 yang mempunyai

nilai presentasi error terkecil sebesar 658% dan nilai MAPE sebesar 19%. Data yang digunakan sebanyak 36 yang diambil perbulan selama tiga tahun dalam kurun waktu 2017 sampai 2019 (Ardiansyah et al., 2021).

Taufan Anindita pradana, dkk (2019), melakukan penelitian tentang Perbandingan Peramalan Rata-rata Harga Pupuk XYZ Pasar Internasional dengan yang Masuk oleh Pesaing PT. A. Pada penelitian tersebut menghasilkan model peramalan ARIMA (3,1,0) untuk harga yang masuk ke pesaing PT. A, dengan nilai AIC sebesar 594,45, model ini menghasilkan rata-rata harga secara berurutan pada bulan Januari hingga April 2018, yaitu sebesar US\$ 374,74; US\$ 379,69; US\$ 396,51; US\$ 393,89. (Pradana & Primandari, 2019).

2.2 Peramalan

Teori peramalan merupakan pendekatan yang merujuk pada keyakinan bahwa pengetahuan yang tersedia saat ini dan yang diperoleh dari masa lalu memiliki potensi untuk menjadi dasar dalam melakukan prediksi mengenai peristiwa yang mungkin terjadi di masa yang akan datang. Dengan mengandalkan informasi historis, seperti data deret waktu atau tren yang tercatat, teori peramalan menciptakan kerangka kerja yang membantu kita melihat pola dan fluktuasi yang mungkin terulang di masa yang akan datang. Dalam konteks ini, teori peramalan bergantung pada asumsi bahwa informasi yang kita miliki saat ini dan data masa lalu dapat digunakan untuk meramalkan kejadian di masa yang akan datang. (Petropoulos et al., 2022). Dengan demikian, peramalan memungkinkan kita untuk mengambil langkah-langkah yang lebih terinformasi, membuat keputusan yang

lebih cerdas, dan menyusun strategi yang lebih baik dalam berbagai aspek kehidupan dan bisnis.

Dalam pengembangan teori peramalan, penggunaan data masa lalu sebagai dasar prediksi mengandung implikasi penting terhadap metode dan teknik yang digunakan. Proses analisis yang cermat atas pola dan dinamika dalam data historis memungkinkan kita mengidentifikasi tren yang berpotensi memengaruhi perkembangan di masa depan. Oleh karena itu, peramalan berfungsi sebagai alat yang sangat penting dalam menghadapi ketidakpastian masa depan dengan menyediakan panduan berdasarkan informasi yang telah terjadi dan tercatat. Dalam rangka mencapai tujuan peramalan yang efektif, pemahaman tentang konsep ini menjadi landasan yang penting dalam mengembangkan strategi, merencanakan langkah-langkah berdasarkan tren masa lalu, dan mengambil langkah-langkah yang adaptif untuk menghadapi perubahan yang mungkin terjadi di masa mendatang.

2.3 Metode Model ARIMA

Metode Autoregressif Integrated Moving Average (ARIMA) sering disebut sebagai metode pendekatan Box-Jenkins dalam analisis deret waktu. Penggunaan istilah Box-Jenkins mengacu pada gagasan ARIMA yang diperkenalkan oleh George E. Box dan Gwilym M. Jenkins pada dekade 1970-an. Oleh karena itu, istilah Box-Jenkins sering digunakan untuk merujuk pada model ARIMA yang umumnya digunakan dalam analisis dan peramalan deret waktu (Engelhart & Moughamian, 1969). Pandangan ini menggambarkan pentingnya sumbangsih George E. Box dan Gwilym M. Jenkins dalam pengembangan dan popularisasi model ARIMA. Terlebih lagi, penggunaan istilah "Box-Jenkins" menyoroti

penghargaan terhadap kontribusi mereka dalam membentuk fondasi analisis *time series*. Di era tahun 1970-an, George E. Box dan Gwilym M. Jenkins melahirkan metode ini yang memadukan konsep autoregresif, integrasi, dan moving average menjadi sebuah pendekatan yang kuat untuk meramalkan nilai-nilai masa depan dari suatu deret waktu. Oleh karena itu, istilah Box-Jenkins tidak hanya mengacu pada mereka secara pribadi, tetapi juga mencerminkan sejarah perkembangan dan pemahaman kita tentang ARIMA dalam analisis dan peramalan deret waktu.

Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) merupakan suatu pendekatan yang sepenuhnya mengabaikan variabel independen dalam proses peramalan. ARIMA menggunakan nilai-nilai masa lalu dan saat ini dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan yang akurat dalam jangka pendek (Hendrawan, 2012). ARIMA menjadi pilihan yang tepat ketika observasi dalam deret waktu saling terkait secara statistik (dependent). Tujuan dari model ARIMA adalah untuk mengidentifikasi pola statistik yang signifikan antara variabel yang akan di-*forecast* dengan nilai-nilai historis dari variabel tersebut, agar peramalan yang akurat dapat diperoleh melalui penggunaan model ini.

Menurut J. Fattah model ARIMA diberi label sebagai model ARIMA (p, d, q) (Fattah et al., 2018), dimana:

p merupakan jumlah nilai autoregressive (AR)

d adalah jumlah nilai perbedaan (I)

q adalah jumlah nilai moving average (MA)

2.3.1 Model AR (Autoregressive)

Model autoregressive (AR) adalah metode dalam analisis deret waktu yang memprediksi nilai masa depan berdasarkan nilai-nilai masa lalu dari variabel yang sama. Model ini bergantung pada hubungan linear antara nilai-nilai sebelumnya. Jumlah nilai masa lalu yang digunakan dalam prediksi ditentukan oleh parameter p dalam notasi ARIMA ($p, 0, 0$). Model AR membantu mengidentifikasi pola dan hubungan antar nilai-nilai dalam deret waktu, memberikan wawasan tentang perkembangan di masa mendatang. Secara keseluruhan, model autoregressive (AR) memiliki struktur seperti yang dijelaskan di bawah ini:

$$X_t = x_0 + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t \quad (2.1)$$

Keterangan :

Y_t	= nilai pada waktu t dalam seri waktu.
x_0	= konstanta dalam model
ϕ_p	= koefisien AR
X_{t-p}	= data setiap periode
e_t	= error pada periode t

2.3.2 Model MA (Moving Average)

Model moving average (MA) adalah metode dalam analisis deret waktu yang meramalkan nilai masa depan dengan mengambil rata-rata dari beberapa nilai sebelumnya. Model ini membantu mengenali tren dan pola dengan mengurangi fluktuasi acak. MA merupakan bagian penting dari model ARIMA ($0, 0, q$), yang meningkatkan akurasi analisis deret waktu dan peramalan. Adapun untuk model moving average (MA) memiliki struktur seperti yang dijelaskan di bawah ini:

$$X_t = x_0 + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_p a_{t-p} + a_t \quad (2.2)$$

Keterangan:

x_0 = konstanta

θ_1 = parameter moving average

e_{t-q} = variabel a_t pada tingkat moving average ke- k

2.3.3 Model ARMA (Autoregressive Moving Average)

Model ARMA merupakan suatu model peramalan yang sering diterapkan pada data deret waktu yang bersifat stasioner. Model ini menggabungkan dua jenis model peramalan, yaitu regresi autoregressive (AR) dan moving average (MA). Model AR memanfaatkan nilai-nilai masa lalu dari variabel yang akan diprediksi untuk meramalkan nilai masa depan. Sementara itu, model autoregressive moving average (ARMA) memiliki struktur yang dijelaskan di bawah ini:

$$X_t = x_0 + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} \quad (2.3)$$

Untuk proses campuran antara AR dan MA, maka model ARMA (p, q) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$X_t = x_0 + \phi_t X_{t-1} + \theta_1 a_{t-1} + a_t \quad (2.4)$$

2.3.4 Model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

Model ARIMA (p, d, q) merupakan suatu pendekatan peramalan yang komprehensif yang sering digunakan dalam analisis deret waktu. Akronim "ARIMA" merujuk pada Autoregressive Integrated Moving Average, dan ketiga angka dalam tanda kurung menggambarkan tiga komponen utama dari model ini. Komponen pertama, Autoregressive (AR), menghubungkan nilai-nilai masa lalu dengan nilai saat ini, di mana nilai p menunjukkan jumlah lag yang mempengaruhi

prediksi. Komponen kedua, Integrated (I), melibatkan differencing yang diterapkan pada deret waktu untuk mencapai stasioneritas, di mana nilai d menunjukkan seberapa sering differencing dilakukan. Sedangkan komponen ketiga, Moving Average (MA), mengambil rata-rata bergerak dari kesalahan masa lalu untuk memprediksi nilai saat ini, dan nilai q mengindikasikan berapa banyak nilai kesalahan masa lalu yang mempengaruhi prediksi.

Dengan menggabungkan ketiga komponen ini, model ARIMA (p, d, q) memberikan pendekatan yang kuat dalam menganalisis pola, tren, dan fluktuasi dalam deret waktu. Model ini sangat efektif dalam meramalkan nilai masa depan berdasarkan data historis serta mempertimbangkan sifat-sifat stasioneritas. Kemampuannya yang luas membuat ARIMA berguna dalam menghadapi berbagai jenis *time series*, termasuk yang memiliki unsur berupa tren, pola musiman, dan fluktuasi acak. Adapun untuk model autoregressive moving integrated average (ARIMA) memiliki susunan sebagaimana yang diuraikan di bawah ini:

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B)X_t = x_0 + (1 - \theta_1 B)a_t \quad (2.5)$$

2.4 Stasioneritas

Stasioneritas memainkan peran yang sangat signifikan dalam analisis deret waktu, khususnya ketika menerapkan metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), yang sering digunakan dalam peramalan data kontinu. Stasioneritas merujuk pada karakteristik fundamental dari data yang harus tetap konstan sepanjang rentang waktu tertentu. Dalam hal ini, statistik deskriptif seperti nilai rata-rata, varians, dan kovarians (antara pengamatan pada interval waktu yang

berbeda) dianggap stabil. Ini mengimplikasikan bahwa data tidak seharusnya menunjukkan tren yang berarti atau fluktuasi yang tidak konsisten.

Jika data belum mencapai kondisi stasioner, langkah yang diperlukan adalah mengubahnya menjadi stasioner melalui proses differencing. Melakukan proses differencing akan menghasilkan data yang memiliki sifat stasioner (Ramos & Ativo, 2023). Terdapat beberapa tingkatan differensiasi yang dapat digunakan, seperti differensiasi tingkat pertama, kedua, dan seterusnya. Differensiasi pertama melibatkan pengurangan nilai observasi pada waktu t dengan nilai observasi pada waktu $(t - 1)$:

$$Y'(t) = Y(t) - Y(t - 1) \quad (2.6)$$

Dimana : $Y'(t)$

$Y'(t)$ = nilai setelah proses differensiasi

$Y(t)$ = nilai waktu t

$Y(t - 1)$ = nilai waktu sebelumnya

Penting untuk diingat bahwa melakukan differensiasi secara berlebihan dapat mengakibatkan kehilangan informasi krusial dalam deret waktu dan berpotensi menciptakan fluktuasi yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, pengujian hasil differensiasi dengan menggunakan uji ADF (Augmented Dickey-Fuller) menjadi penting. Jika nilai p dari uji ADF kurang dari 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa data bersifat stasioner. Sebaliknya, jika nilai p dari uji ADF lebih besar dari 0.05, maka data dianggap tidak stasioner.

2.5 ACF (Autocorrelation Function)

Koefisien autokorelasi (ACF) adalah salah satu konsep kunci dalam analisis deret waktu. ACF mengukur sejauh mana pengamatan pada waktu tertentu

(biasanya disimbolkan sebagai Z_t) berkorelasi dengan pengamatan di waktu sebelumnya, yang dapat dinotasikan sebagai $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k}$ (Nurman et al., 2022). Dengan kata lain, ACF memberikan gambaran tentang hubungan atau korelasi antara nilai-nilai dalam deret waktu pada waktu tertentu dengan nilai-nilai sebelumnya. Hal ini berguna untuk mengidentifikasi pola dan hubungan dalam data deret waktu, yang dapat digunakan dalam proses analisis dan peramalan data. Dalam konteks analisis ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), ACF (*Autocorrelation Function*) menjadi salah satu instrumen kunci yang digunakan untuk mengenali komponen autoregresif dalam model. Rumus untuk koefisien autokorelasi pada lag k adalah sebagai berikut:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z}_t) (Z_{t+k} - \bar{Z}_t)}{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z}_t)^2} \quad (2.7)$$

2.6 PACF (Partial Autocorrelation Function)

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) merupakan alat analisis yang mengukur tingkat korelasi parsial antara sebuah observasi pada waktu ke- t (dilambangkan sebagai $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k}, Z_t$) dengan observasi pada periode waktu sebelumnya. Dengan kata lain, PACF memberikan informasi mengenai sejauh mana korelasi antara nilai pada waktu tertentu dan nilai-nilai masa lalu dapat dijelaskan secara parsial, dengan menghilangkan pengaruh nilai-nilai di antara keduanya. Seperti halnya ACF, PACF juga merupakan alat penting dalam analisis deret waktu dan dapat digunakan dalam proses identifikasi komponen autoregresif dalam model ARIMA. Adapun untuk rumus partial autocorrelation sebagai berikut :

$$\emptyset_{kk} = \text{corr} (Z_t, Z_{t-k} | Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}) \quad (2.8)$$

2.7 Pengenalan Pupuk Subsidi

Pupuk di Indonesia menjadi permasalahan yang sangat krusial dan memiliki dampak langsung terhadap kebutuhan serta kelangsungan usaha para petani dalam mengelola lahan pertanian mereka. Ketika pasokan pupuk langka dan harganya melonjak, petani menjadi kelompok yang paling terdampak oleh situasi ini. Oleh karena itu, sejak tahun 1969, pemerintah Indonesia telah memperkenalkan kebijakan subsidi pupuk bagi petani. Kebijakan ini dirancang untuk melindungi petani dari dampak harga tinggi pupuk. Tujuannya adalah meningkatkan produktivitas pertanian serta meningkatkan taraf ekonomi para petani (Limanseto, 2022).

Pupuk bersubsidi adalah pupuk yang dibiayai dan didistribusikan dengan dukungan subsidi dari Pemerintah untuk memenuhi kebutuhan petani sesuai dengan program yang telah ditetapkan. Mengingat keterbatasan Pemerintah dalam menyediakan subsidi pupuk dalam kerangka programnya, pupuk bersubsidi hanya ditujukan untuk mendukung sektor pertanian, mencakup Petani Tanaman Pangan, Peternakan, dan Perkebunan Rakyat (Sofyan,2022). Dalam upaya ini, Peran sentral Kementerian Pertanian (Kementan) sangat signifikan dalam alokasi subsidi pupuk bagi petani, sebagai bagian dari upaya strategis untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional. Program ini dijalankan dengan memastikan prinsip 6 tepat dalam penyediaan pupuk, yakni jenis yang sesuai, jumlah yang cukup, harga yang terjangkau, tempat yang mudah diakses, waktu yang tepat, dan mutu yang baik.

Upaya ini dilakukan secara berkelanjutan melalui alokasi subsidi pupuk yang diperbarui setiap tahun, untuk menjaga suplai pupuk yang memadai bagi petani Indonesia.

2.7.1 Peran pupuk subsidi dalam pertanian

Pupuk subsidi memiliki peran penting dalam mendukung sektor pertanian. Program ini berkontribusi secara signifikan dalam meningkatkan produktivitas pertanian dengan memberikan akses yang terjangkau kepada petani untuk pupuk yang diperlukan. Selain itu, dengan menyediakan pupuk dengan harga yang lebih rendah, pupuk subsidi membantu mengurangi beban biaya produksi petani, yang seringkali mahal (Limanseto, 2022). Ini berdampak positif pada kesejahteraan ekonomi petani, terutama bagi mereka yang memiliki lahan yang lebih kecil.

Selain meningkatkan hasil pertanian, program pupuk subsidi juga berperan dalam menjaga ketersediaan pangan yang cukup di negara tersebut. Hal ini membantu dalam mencapai kemandirian pangan dan mendukung ketahanan pangan nasional. Melalui dukungannya terhadap sektor pertanian, pupuk subsidi berperan dalam meningkatkan standar hidup masyarakat pertanian, memperkuat pertumbuhan ekonomi pedesaan, dan menciptakan lingkungan yang mendukung pembangunan ekonomi secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengelolaan yang baik dan efisien dari program pupuk subsidi sangat penting untuk memastikan bahwa manfaatnya mencapai petani yang membutuhkannya dengan adil.

2.7.2 Dampak pupuk bersubsidi pada petani dan ekonomi pertanian

Pupuk bersubsidi memiliki dampak yang signifikan pada petani dan ekonomi pertanian. Pertama-tama, program ini membantu mengurangi beban biaya produksi petani, sehingga meningkatkan profitabilitas usaha pertanian mereka (Sofyan, 2022). Dengan akses yang lebih mudah ke pupuk yang terjangkau, petani dapat menggunakan pupuk dalam jumlah yang cukup, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas dan hasil panen. Hal ini tidak hanya mendukung kesejahteraan ekonomi petani, terutama bagi mereka dengan lahan yang lebih kecil, tetapi juga berkontribusi pada pertumbuhan sektor pertanian secara keseluruhan.

Selain itu, dampak program pupuk bersubsidi juga terlihat pada ekonomi pertanian secara keseluruhan. Produksi pertanian yang lebih tinggi dapat berarti peningkatan suplai pangan nasional yang memadai, yang mendukung ketahanan pangan dan keamanan pangan nasional. Ini juga berpotensi meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional secara keseluruhan, menghasilkan lapangan kerja di sektor pertanian, dan mengurangi tekanan urbanisasi. Selain itu, pertumbuhan sektor pertanian yang baik dapat berdampak positif pada perdagangan internasional, dengan potensi untuk meningkatkan pendapatan devisa negara melalui ekspor produk pertanian. Meskipun begitu, perlu dicatat bahwa pengelolaan yang baik dan pemantauan program pupuk bersubsidi sangat penting untuk memastikan manfaatnya mencapai petani yang membutuhkannya dengan adil dan efisien.

2.7.3 Dampak kebijakan terhadap harga pupuk

Kebijakan pemerintah terhadap pupuk subsidi memiliki dampak signifikan terhadap harga pupuk di pasar dan kesejahteraan petani. Penghapusan subsidi pupuk, misalnya, dapat mengakibatkan kenaikan harga pupuk, yang pada gilirannya dapat mengurangi penggunaannya oleh petani. Namun, kebijakan subsidi yang diterapkan secara selektif dapat membantu mengurangi kesenjangan pendapatan antara rumah tangga petani dan bukan petani (Hermawan, 2014).

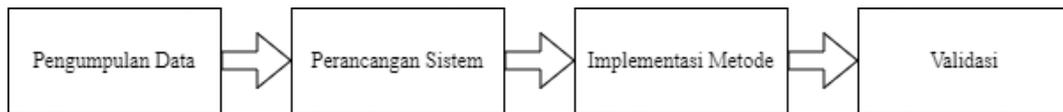
Pemerintah juga terus berupaya untuk memperbaiki regulasi dan tata kelola pupuk subsidi agar dapat tersalurkan dengan baik kepada petani yang membutuhkan. Hal ini bertujuan untuk menjaga harga pupuk tetap stabil di pasar. Selain itu, dampak dari kebijakan subsidi pupuk dan Harga Pembelian Pemerintah (HPP) terhadap kesejahteraan produsen dan konsumen beras di Indonesia telah dikaji. Kebijakan ini bertujuan untuk melindungi petani dari fluktuasi harga gabah saat panen raya.

Terlebih lagi, subsidi input pertanian seperti pupuk masih sangat dibutuhkan oleh petani. Kebijakan pemerintah terhadap pupuk subsidi dapat mempengaruhi permintaan pupuk dan produksi tanaman pangan. Melalui kebijakan ini, pemerintah berharap dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan kesejahteraan petani di Indonesia. Namun, penting untuk terus melakukan pembenahan dalam regulasi dan pengelolaan pupuk subsidi agar manfaatnya dapat tersalurkan secara efektif kepada petani yang membutuhkan dan menjaga stabilitas harga pupuk di pasar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

Seperti gambar di atas, untuk mencapai tujuan penelitian dengan baik, perlu di lakukan empat tahapan utama, yaitu pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian sistem secara sistematis dan terencana.

Dalam tahap pengumpulan data, langkah awal yang harus dilakukan oleh peneliti adalah mengidentifikasi dan mengumpulkan data yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Penulis menggunakan metode observasi dalam mengumpulkan data yang bersumber dari Surat Keputusan Kementerian Pertanian (Kementan RI) dan Kementerian Keuangan (Kemenkeu RI). Selain itu, selama proses pengumpulan data, peneliti juga harus memperhatikan aspek etika dan privasi untuk memastikan bahwa data yang diperoleh tidak menimbulkan dampak negatif pada responden atau pihak-pihak terkait lainnya. Hal ini penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh dapat digunakan secara efektif dalam penelitian yang dilakukan.

Setelah tahap pengumpulan data selesai, tahap selanjutnya dalam penelitian adalah perancangan sistem. Pada tahap ini, peneliti membuat suatu rancangan sistem berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Desain sistem mencakup pemilihan teknik atau metode yang akan digunakan, pemodelan

sistem, pengembangan prototipe, dan pemilihan algoritma atau teknologi yang sesuai untuk mencapai tujuan penelitian. Tahap ini sangat penting untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat dapat menjawab permasalahan atau tujuan penelitian dengan efektif dan efisien.

Untuk tahap selanjutnya yaitu implementasi, pada tahap ini penulis menyajikan bagaimana metodologi penelitian diaplikasikan dalam praktiknya. Melalui penjelasan rinci, tahap ini juga menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian, menyajikan data empiris yang diperoleh selama penelitian, dan memberikan gambaran tentang alat, bahan, serta teknik yang digunakan. Selain itu, ia dapat mencerminkan bagaimana penelitian mengatasi hambatan dan masalah yang mungkin muncul dalam pelaksanaan. Terlebih lagi, sub bab implementasi harus memastikan konsistensi dengan metodologi yang telah diuraikan sebelumnya di Bab 2 dan melayani sebagai landasan untuk analisis data yang akan dijelaskan lebih lanjut dalam bab-bab berikutnya.

Pada tahap pengujian sistem, peneliti melakukan uji coba terhadap sistem yang telah dirancang untuk mengetahui seberapa efektif dan efisien sistem tersebut dalam mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Evaluasi sistem dilakukan dengan menggunakan berbagai metrik evaluasi, seperti RMSE dan MAPE. Hasil pengujian sistem dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan sistem yang telah dirancang agar lebih optimal dalam mencapai tujuan penelitian.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan cara observasi dari Surat Keputusan (SK) Kementerian Pertanian (Kementan) dan Kementerian Keuangan (Kemenkeu) dari tahun 2004 sampai dengan 2023. SK tersebut diperoleh dari situs resmi kedua kementerian tersebut. Proses pengumpulan data dimulai dengan melakukan penelusuran terhadap SK yang berkaitan dengan kebijakan pupuk. SK tersebut kemudian diunduh dan dianalisis untuk mendapatkan informasi terkait jenis pupuk, tahun kebijakan, dan besaran subsidi. Dan perolehan data yang telah terkumpul pada penelitian ini sebanyak 20 data. Berikut sebaran keseluruhan data yang ditunjukkan pada tabel 3.1

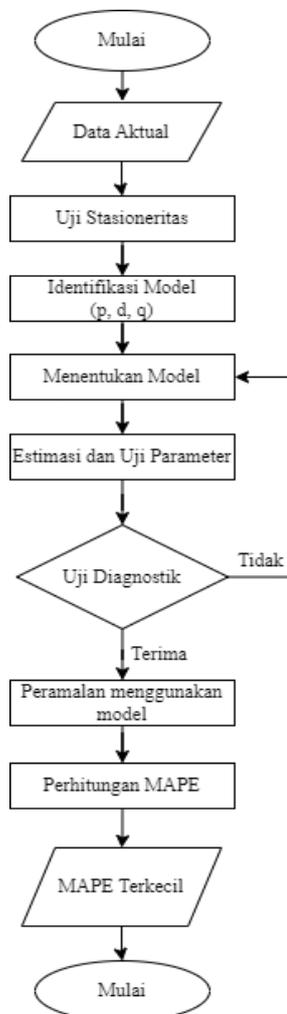
Tabel 3. 1 Tabel Data Harga Pupuk Subsidi 2004 sampai 2023

No	Tahun	Urea
1.	2004	Rp 1.050,00/kg
2.	2005	Rp 1.050,00/kg
3.	2006	Rp 1.200,00/kg
4.	2007	Rp 1.200,00/kg
5.	2008	Rp 1.200,00/kg
6.	2009	Rp 1.200,00/kg
7.	2010	Rp 1.200,00/kg
8.	2011	Rp 1.600,00/kg
9.	2012	Rp 1.800,00/kg
10.	2013	Rp 1.800,00/kg
11.	2014	Rp 1.800,00/kg
12.	2015	Rp 1.800,00/kg
13.	2016	Rp 1.800,00/kg
14.	2017	Rp 1.800,00/kg
15.	2018	Rp 1.800,00/kg
16.	2019	Rp 1.800,00/kg
17.	2020	Rp 1.800,00/kg
18.	2021	Rp 2.250,00/kg
19.	2022	Rp 2.250,00/kg
20.	2023	Rp 2.250,00/kg

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merinci prinsip operasional dari rencana sistem yang sedang dibangun. Ini menjelaskan bagaimana data harga pupuk bersubsidi yang beredar di Indonesia akan diproses. Perancangan sistem bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan memfasilitasi penyelesaian masalah dengan menerapkan metode ARIMA.

3.3.1 Metode ARIMA



Gambar 3. 2 Flowchart Proses Metode ARIMA

Gambar 3.2 merupakan tahap awal dalam metode ARIMA melibatkan input data produksi sebagai data aktual. Kemudian, dilakukan pengujian stasioneritas data, dengan langkah selanjutnya tergantung pada hasil uji tersebut. Jika data belum stasioner, langkah pertama adalah melakukan differensiasi. Setelah itu, data diuji menggunakan tes Augmented Dickey-Fuller (ADF). Jika data sudah stasioner dengan p-value kurang dari 0,05, maka dilanjutkan dengan pengujian Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF) untuk menentukan nilai p dan q dalam model ARIMA.

Selanjutnya, model p, d, dan q dipilih berdasarkan hasil dari ACF dan PACF. Setelah pemilihan model, dilakukan uji kelayakan dengan mencari model yang memiliki nilai AIC terendah. Setelah model terpilih, digunakan untuk peramalan. Hasil peramalan kemudian diuji menggunakan Root Mean Squared Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk mengevaluasi kecocokannya.

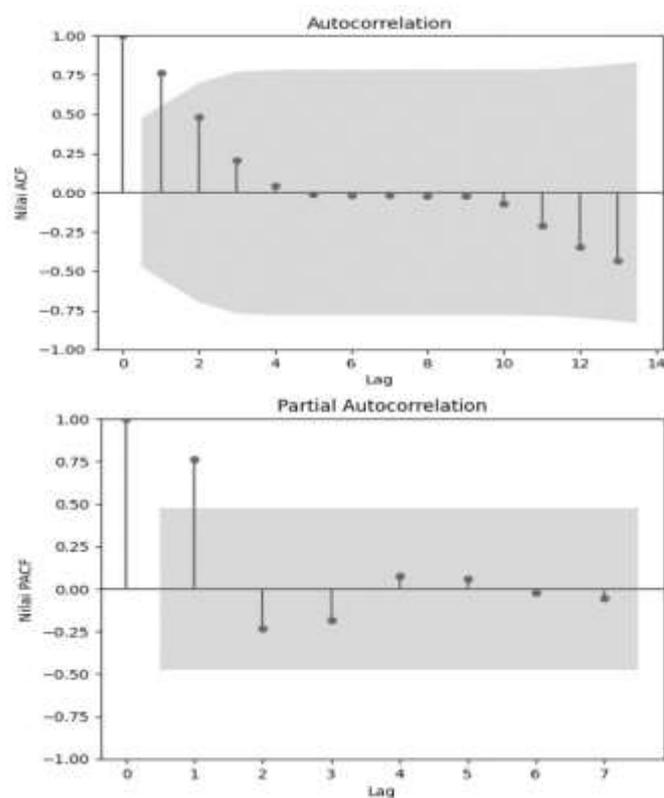
3.3.2 Proses Stasioneritas

Dalam tahap ini, data aktual mengalami uji menggunakan tes Augmented Dickey-Fuller (ADF) untuk menentukan status stasioneritasnya. Jika hasil tes menunjukkan bahwa data sudah stasioner, langkah selanjutnya adalah menerapkan model ARIMA dengan parameter d (order of differencing) sebesar 0. Namun, jika data belum stasioner, maka diperlukan proses differencing sebanyak n -kali hingga data mencapai status stasioner. Tes ADF mengajukan dua hipotesis, yakni H_0 yang menyatakan data tidak stasioner, dan H_1 yang menyatakan data stasioner. Untuk hasil uji ADF berdasarkan data tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Uji Stasioneritas

Tes ADF (<i>p-value</i>)	Tanda	α	Keputusan	Kesimpulan
0.8016507920	>	0,05	Terima H_0	Tidak Stasioner

Berdasarkan tabel 3. 2 menghasilkan *p-value* sebesar 0,80 yang lebih besar dari 0,05, mengindikasikan bahwa data tidak memiliki sifat stasioner. Untuk memeriksa stasioneritasnya, informasi lebih lanjut dapat diperoleh melalui analisis grafik ACF dan PACF.



Gambar 3. 3 Plot ACF dan PACF sebelum Differencing

Dalam Gambar 3.3, terlihat plot ACF dan PACF dari Data yang disajikan dalam Tabel 3.1. Pada gambar tersebut, terlihat bahwa nilai lag secara gradual menurun hingga mendekati 0. Hal ini memberikan indikasi bahwa data tersebut

belum memiliki sifat stasioner. Oleh karena itu, diperlukan proses differencing pada data tersebut.

Tabel 3. 3 Proses Differencing

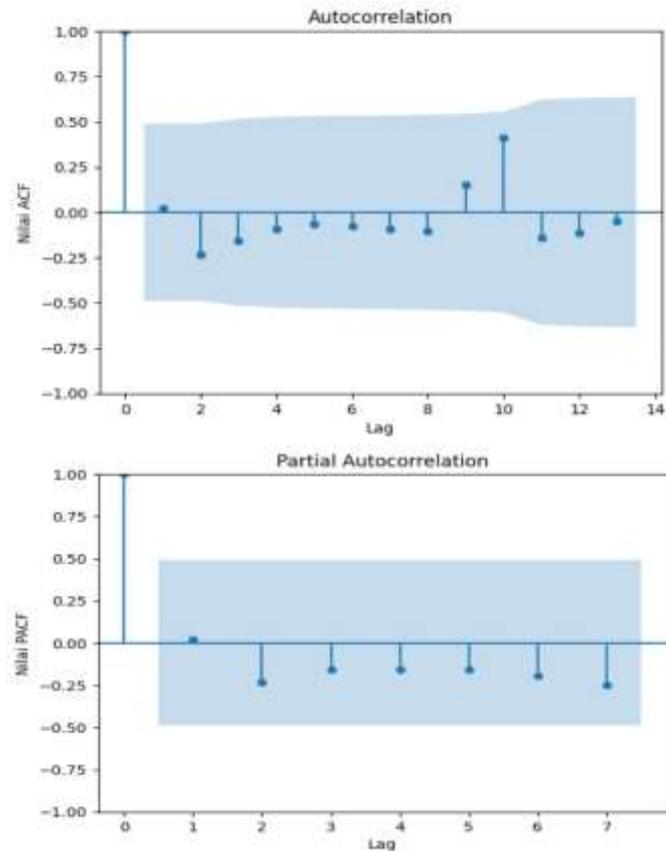
Y_t	$Y_t - Y_{t-1}$	Hasil Differencing
1200	0	0
1200	1200-1200	0
1200	1200-1200	0
1200	1200-1200	0
1600	1200-1600	400
1800	1600-1800	200
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
1800	1800-1800	0
2250	1800-2250	450
2250	2250-2250	0
2250	2250-2250	0

Setelah data menjalani proses differencing satu kali, langkah selanjutnya adalah melakukan uji ADF untuk menentukan apakah data telah mencapai tingkat stasioner atau belum.

Tabel 3. 4 Uji Stasioneritas Differencing Pertama

Tes ADF (<i>p-value</i>)	Tanda	α	Keputusan	Kesimpula
0.0071322619	<	0.05	Terima H_1	Stasioner

Tabel 3.3 menunjukkan p-value 0,007 yang menunjukkan data sudah stasioneran. Hasil uji ADF menunjukkan nilai p-value sebesar 0,007, yang berada di bawah 0,05.



Gambar 3. 4 Plot ACF dan PACF Sesudah Differencing

Pada gambar 3.4, terlihat plot ACF dan PACF setelah proses differensiasi. Hasil plot ACF dan PACF ini menunjukkan bahwa lag tidak menurun secara gradual ke arah nol, tetapi ada penurunan tajam pada lag kedua dan ketiga. Hal ini mengindikasikan bahwa data sekarang dapat dianggap sebagai data yang sudah stasioner. Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi model.

3.3.3 Identifikasi Model

Dalam gambar 3.4, terlihat plot ACF dan PACF dengan area selang kepercayaan yang berwarna gelap, menunjukkan autokorelasi. Pada grafik ACF, terdapat dua nilai yang keluar dari selang kepercayaan, yaitu pada lag ke-1,

mengindikasikan nilai $q = 1$. Sedangkan pada grafik PACF, ada beberapa nilai yang keluar dari selang kepercayaan, yaitu pada lag ke-1, mengindikasikan nilai $p = 1$. Dengan melakukan dua kali proses differensiasi ($d = 1$), model ARIMA sementara yang dihasilkan adalah ARIMA (1,1,1). Meskipun demikian, model ini belum bersifat mutlak, dan masih mungkin terdapat model yang lebih cocok untuk peramalan dengan data tersebut. Untuk menemukan model terbaik, akan diuji beberapa model lainnya, antara lain ARIMA (2,1,2) dan ARIMA (2,2,2).

3.3.4 Uji Kesesuaian Model

Salah satu metode uji kesesuaian model adalah dengan memperhatikan nilai terendah dari AIC (Akaike Information Criterion) dari setiap model ARIMA yang diuji. Selain itu, nilai koefisien AR dan MA akan diestimasi menggunakan perangkat lunak karena perhitungan matematisnya yang kompleks. Ini akan melibatkan iterasi dalam proses estimasi awal koefisien AR dan MA dengan bantuan perangkat lunak komputer. Model ARIMA yang akan dievaluasi pada tabel 3.5 meliputi ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,0,1), dan ARIMA (1,1,2).

Tabel 3. 5 Uji Kelayakan Model

Model ARIMA	Koefisien	AIC
ARIMA Model (1,1,1)	AR $\phi_1 = 0.00548773$ MA $\theta_1 = 0.18942532$	16.614658095795676
ARIMA Model (2,1,2)	AR $\phi_1 = -0.903018$ $\phi_2 = -0.58502893$ MA $\theta_1 = 1.24565798$ $\theta_2 = 0.99759241$	10.44012012700614
ARIMA Model (2,2,2)	AR $\phi_1 = -0.88277318$ $\phi_2 = 0.1170785$ MA $\theta_1 = -0.00327745$ $\theta_2 = -0.99672156$	-84.16363589242246

Dari Tabel 3.6, terlihat bahwa model ARIMA dengan nilai AIC terendah adalah ARIMA (2,1,2). Oleh karena itu, model ARIMA yang paling cocok adalah ARIMA (2,1,2).

3.3.5 Peramalan

Setelah uji kelayakan model ARIMA telah dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan forecasting (peramalan). Berdasarkan model ARIMA (1,1,1) yang memiliki koefisien AR $\phi_1 = -0.903018$, $\phi_2 = -0.58502893$ serta koefisien dari MA menghasilkan $\theta_1 = 1.24565798$, $\theta_2 = 0.99759241$. Adapun Persamaan dari model ARIMA (2,1,2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &((-0,903018Y_{t-1}) - (-0,58502893Y_{t-2}))(1 - B) + Y_t = x_0 + \\ &((1,24565798Y_{t-1}) + (0,99759241Y_{t-2})) + e_t \\ &((-0,903018Y_{17}) - (-0,58502893Y_{16}))(1 - 2) + Y_{18} = 61,76470588 + \\ &((1,24565798Y_{17}) + (0,99759241Y_{16})) + 10 \\ &((-0,903018 * 2250) - (-0,58502893 * 2250))(1 - 2) + Y_{18} = \\ &61,76470588 + ((1,24565798 * 2250) + (0,99759241 * 2250)) + 10 \\ &Y_{18} = 715,4754075 + 61,76470588 + 10 + 2802,730455 \\ &Y_{18} = 3579,970568 \end{aligned}$$

Peramalan sementara harga pupuk pada tahun berikutnya adalah Rp 3.579,97 jika dibulatkan Rp. 3.580.00 yang akan di keluarkan oleh pemerintah.

3.4 Validasi

Pada tahap ini, evaluasi dilakukan dengan menghitung kesalahan peramalan menggunakan metode MAPE (Mean Absolute Percentage Error). Kualitas peramalan dapat dinilai berdasarkan besarnya MAPE dan RMSE, di mana nilai yang lebih kecil menunjukkan tingkat akurasi peramalan yang lebih baik.

3.4.1 Pengujian MAPE

Berikut adalah hasil peramalan dengan model (2, 1, 2) yang akan dievaluasi untuk menilai tingkat keakuratannya menggunakan metode MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

Tabel 3. 6 Pengujian MAPE

Periode	Data Aktual (x_i)	Prediksi (y_i)	$(x_i - y_i)$	$\left \frac{x_i - y_i}{x_i} \right $
2021	2250	1800	450	0,2
2022	2250	1800	450	0,2
2022	2250	1800	450	0,2

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - y_i}{x_i} \right|}{n} \times 100\% \\ \text{MAPE} &= \frac{0,2 + 0,2 + 0,2}{3} \times 100\% \\ \text{MAPE} &= 0,2 \times 100\% \\ \text{MAPE} &= 20\% \end{aligned}$$

Dengan tingkat MAPE sebesar 20%, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (2, 1, 2) peramalan dengan model yang telah dilakukan memiliki tingkat keakuratan yang kurang baik untuk memprediksi masa yang akan datang. Meskipun model tersebut memiliki nilai AIC yang lebih rendah.

3.4.2 Pengujian RMSE

Selain mengadopsi MAPE sebagai metode evaluasi hasil prediksi, penelitian ini juga memanfaatkan Root Mean Square Error (RMSE). RMSE berfungsi sebagai alat pengecekan kesalahan yang membandingkan nilai sebenarnya dengan nilai yang dihasilkan dari pengujian, diungkapkan dalam bentuk nilai mutlak. Rumus RMSE yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 7 Pengujian RMSE

Periode	Data Aktual (x_i)	Prediksi (y_i)	($x_i - y_i$)
2021	2250	1800	450
2022	2250	1800	450
2022	2250	1800	450

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2}$$

Ket:

n = Jumlah observasi

X_t = Nilai aktual

\hat{X}_t = Nilai Prediksi

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2}$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{t=1}^n (450)^2 + (450)^2 + (450)^2}$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{t=1}^n 202.500 + 202.500 + 202.500}$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{t=1}^n 202.500 + 202.500 + 202.500}$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{607.500}{3}} = 450$$

Berdasarkan perhitungan manual tersebut, RMSE yang dihasilkan untuk contoh data ini adalah sekitar 450. Semakin kecil nilai RMSE, semakin baik model statistik atau prediktifnya dalam memprediksi nilai sebenarnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Bab ini membahas hasil penerapan metode ARIMA dalam melakukan proyeksi terhadap harga pupuk subsidi. Proses ini mencakup uji coba beberapa model ARIMA yang telah ditetapkan sebelumnya. Uji coba dilakukan untuk menemukan model peramalan terbaik, dengan merinci kinerja model berdasarkan tingkat kesalahan terendah, yang diukur menggunakan MAPE dan RMSE. Berikut adalah hasil dari serangkaian uji coba model ARIMA.

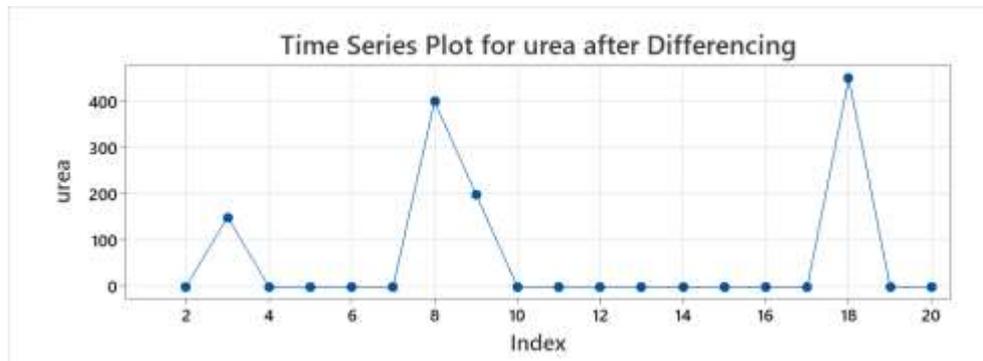
4.1.1 Uji Stasioneritas

Pada tahap awal, pengujian stasioneritas pada data harga pupuk subsidi dilakukan dengan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Jika nilai p-value kurang dari 0,05, data dianggap stasioner. Jika nilai p-value lebih dari 0,05, data dianggap tidak stasioner. Tabel 4.2 menyajikan hasil uji ADF semua tahunan untuk data harga pupuk subsidi.

Tabel 4. 1 Uji Stasioneritas dengan ADF

ADF	Tanda	α	Keputusan	Kesimpulan
<i>p-value</i>				
0,855	>	0,05	Terima H_0	Tidak Stasioner

Karena nilai p-value uji ADF mencapai 0,855, yang melebihi ambang batas 0,05, data harga pupuk subsidi tidak bersifat stasioner, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.10. Oleh karena itu, data harga pupuk subsidi harus disesuaikan. Plot yang terlihat pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil differencing awal.



Gambar 4. 1 Plot data harga pupuk subsidi (*differencing*)

Setelah menerapkan differencing satu kali, data menjadi stasioner karena rata-rata dan variansnya cenderung konstan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Setelah differencing pertama, uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) digunakan kembali untuk mengevaluasi kestasioneran terhadap rata-rata dan varians data.

Tabel 4. 2 Uji stasioneritas dengan ADF

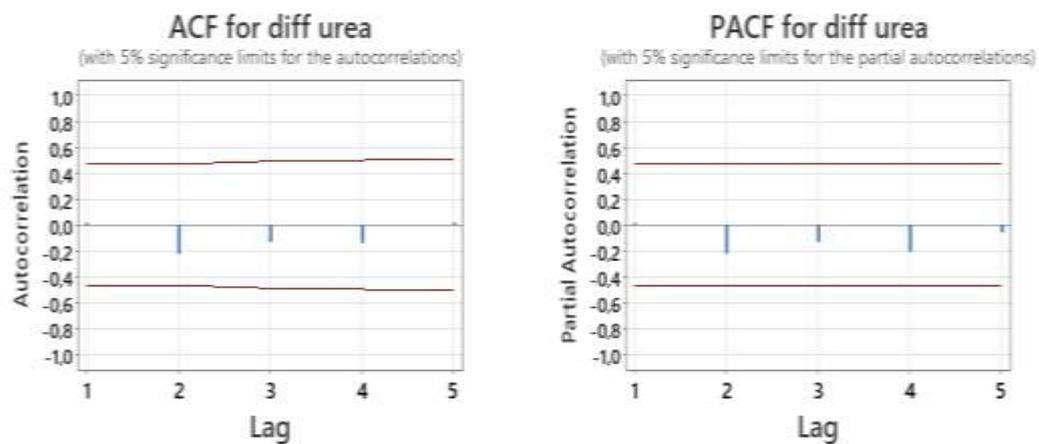
ADF <i>p-value</i>	Tanda	α	Keputusan	Kesimpulan
0,001	<	0,05	Terima H_1	Stasioner

Dari Tabel 4.3, dapat diamati bahwa data harga pupuk subsidi yang telah mengalami differencing satu kali menunjukkan karakteristik stasioner, dikonfirmasi oleh nilai *p-value* dari uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) sebesar 0,001. Nilai ini lebih rendah dari tingkat signifikansi umum 0,05, menandakan bahwa data telah berhasil berubah menjadi stasioner.

4.1.2 Identifikasi Model

Analisis ACF (fungsi autokorelasi) dan analisis PACF (fungsi parsial autokorelasi) digunakan untuk mengidentifikasi model. Analisis ini membantu memahami pola korelasi antara observasi dan residu model, dan membantu dalam

menentukan ordo model yang paling sesuai dengan data waktu yang diamati. ACF dan PACF menawarkan pengetahuan penting untuk memilih parameter model ARIMA yang ideal. Plot ACF dan PACF hasil uji differencing pertama ADF digunakan untuk mengidentifikasi ordo differencing $d=1$, p , dan q pada data. Hasil dari uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) ini digambarkan di Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Plot ACF dan PACF (*differencing 1*)

Plot diferensiasi ACF dan PACF pertama ditunjukkan pada Gambar 4.2. Dalam grafik tersebut, garis putus-putus berwarna merah menunjukkan batas autokorelasi yang signifikan; ini dikenal sebagai interval kepercayaan. Pada grafik ACF, diperlihatkan nilai lag ke-1 tidak melewati selang kepercayaan, sehingga nilai q diset sebagai $q = 0$. Sementara pada grafik PACF, nilai lag ke-1 tidak melewati selang kepercayaan, sehingga nilai p ditentukan sebagai $p = 0$. Dengan nilai d yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu dengan melakukan differencing sebanyak satu kali ($d=1$), maka model sementara untuk pengujian adalah model $(0, 1, 0)$. Selanjutnya, dilakukan penambahan serta pengujian pada model lain yang

mendekati model sementara tersebut. seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4. 3 Beberapa model sementara yang di gunakan

No	Model ARIMA
1	Model ARIMA (0, 1, 0)
2	Model ARIMA (0, 1, 1)
3	Model ARIMA (1, 1, 0)
4	Model ARIMA (1, 1, 1)
5	Model ARIMA (0, 1, 2)
6	Model ARIMA (2, 1, 0)
7	Model ARIMA (1, 1, 2)
8	Model ARIMA (2, 1, 1)
9	Model ARIMA (2, 1, 2)
10	Model ARIMA (0, 2, 0)
11	Model ARIMA (1, 2, 0)
12	Model ARIMA (0, 2, 1)

4.1.3 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter

Estimasi parameter dilakukan pada saat menentukan nilai koefisien model autoregressive (AR) dan moving average (MA) pada model ARIMA. Proses perhitungan koefisien model ARIMA dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Hasil pengolahan dan penghitungan estimasi parameter ditunjukkan pada Gambar 4.3.

```

=====
Dep. Variable:      urea      No. Observations:      20
Model:              ARIMA(0, 1, 1)  Log Likelihood          -121.773
Date:               Wed, 20 Dec 2023  AIC                        247.545
Time:               19:41:54         BIC                      249.434
Sample:             0              HQIC                     247.865
                    - 20
Covariance Type:    opg
=====
              coef      std err      z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
ma.L1          0.1846      0.342      0.540      0.589      -0.485      0.854
sigma2         2.154e+04     3838.221     5.613      0.000      1.4e+04     2.91e+04
=====
Ljung-Box (L1) (Q):      0.48      Jarque-Bera (JB):      20.48
Prob(Q):                 0.49      Prob(JB):              0.00
Heteroskedasticity (H):  8.92      Skew:                  2.06
Prob(H) (two-sided):    0.02      Kurtosis:              5.98
=====

```

Gambar 4. 3 Hasil estimasi parameter menggunakan Python

Gambar 4.3 menunjukkan output pengolahan estimasi parameter yang dilakukan dengan bahasa pemrograman Python untuk menghitung estimasi parameter model ARIMA (0, 1, 1). Model ARIMA (0, 1, 1) yang digunakan memiliki koefisien AR(1) dan konstanta yang merupakan komponen penting dari model. Proses perhitungan dilakukan menggunakan bantuan *software* Google Colab.

Untuk menguji signifikansi parameter, setiap parameter dalam model dievaluasi dan model yang ditemukan diidentifikasi. Jika p-value dari semua parameter model signifikan atau nilai $p < 0,05$, maka model dianggap signifikan. Jika sebaliknya, jika ada parameter dalam model yang tidak signifikan, maka model dianggap tidak signifikan. Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji signifikansi parameter.

Tabel 4. 4 Hasil uji signifikansi parameter pada tiap model

	Model	Parameter	Estimasi parameter	p-value	Ket	keputusan
1.	(0, 1, 0)	cons	-	-	-	-
2.	(0, 1, 1)	MA1	0.1846	0.589	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
3.	(1, 1, 0)	AR1	0.1788	0.599	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
4.	(1, 1, 1)	AR1	0.0108	0.999	>0.05	Tidak Signifikan
		MA1	0.1739	0.986	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
5.	(0, 1, 2)	MA1	0.1847	0.589	>0.05	Tidak Signifikan
		MA2	0.0015	0.999	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
6.	(2, 1, 0)	AR1	0.1842	0.590	>0.05	Tidak Signifikan
		AR2	-0.0271	0.988	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
7.	(1, 1, 2)	AR1	0.9998	0.000	<0.05	Signifikan
		MA1	-0.9148	0.112	>0.05	Tidak Signifikan
		MA2	-0.0774	0.922	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
8.	(2, 1, 1)	AR1	-0.8046	0.969	>0.05	Tidak Signifikan
		AR2	0.1629	0.973	>0.05	Tidak Signifikan
		MA1	0.9950	0.986	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
9.	(2, 1, 2)	AR1	0.0873	0.924	>0.05	Tidak Signifikan
		AR2	0.9127	0.057	>0.05	Tidak Signifikan
		MA1	0.0024	1.000	>0.05	Tidak Signifikan

		MA2	-0.9976	0.100	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
10.	(0, 2, 0)	cons	-	-	-	-
11.	(1, 2, 0)	AR1	-0.3823	0.061	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-
12.	(0, 2, 1)	MA1	-0.9977	0.961	>0.05	Tidak Signifikan
		cons	-	-	-	-

Hasil uji signifikansi parameter untuk setiap model ditunjukkan dalam Tabel 4.4. Kriteria pemilihan model dianggap signifikan jika $p\text{-value} < 0,05$, dan parameter dari model tersebut dianggap tidak signifikan jika $p\text{-value} > 0,05$. Namun, temuan menunjukkan bahwa tidak ada model yang dapat dianggap signifikan. Fenomena ini mungkin disebabkan oleh tingkat kompleksitas data penelitian yang rendah. Selain itu, mungkin diperlukan lebih banyak data untuk mendapatkan hasil yang lebih signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini melibatkan proses uji coba (trial and error) tambahan. Proses ini termasuk mengubah ordo p dan q dalam rentang 1-5 dan membatasi ordo d hingga rentang 3. Uji coba model tambahan dapat ditemukan di sini.

Tabel 4. 5 Hasil uji signifikasi parameter pada tiap model

No	Model	Parameter	Estimasi parameter	$p\text{-value}$	Ket	keputusan
1.	(1, 1, 1)	AR1	0.0108	0.999	>0.05	Tidak Signifikan
		MA1	0.1739	0.986	>0.05	Tidak Signifikan
2.	(2, 1, 1)	AR1	-0.8046	0.969	>0.05	Tidak Signifikan
		AR2	0.1629	0.973	>0.05	Tidak Signifikan
		MA1	0.9950	0.986	>0.05	Tidak Signifikan
3.	(3, 1, 0)	AR1	0.1846	0.589	>0.05	Tidak Signifikan
		AR2	-0.0292	0.987	>0.05	Tidak Signifikan
		AR3	0.0096	1.000	>0.05	Tidak Signifikan
4.	(4, 1, 4)	AR1	-1.7795	0.000	<0.05	Signifikan
		AR2	0.0012	0.000	<0.05	Signifikan
		AR3	1.7795	0.000	<0.05	Signifikan
		AR4	0.9988	0.000	<0.05	Signifikan
		MA1	1.7708	0.000	<0.05	Signifikan
		MA2	-0.0007	0.000	<0.05	Signifikan
		MA3	-1.7708	0.000	<0.05	Signifikan
MA4	-0.9993	0.000	<0.05	Signifikan		
...
41.	(1, 3, 0)	AR1	-0.6535	0.001	<0.05	Signifikan

...
108.	(1, 2, 4)	AR1	-8.775e-08	0.000	<0.05	Signifikan
		MA1	-8.775e-08	0.000	<0.05	Signifikan
		MA2	1.075e-07	0.000	<0.05	Signifikan
		MA3	-5.392e-08	0.000	<0.05	Signifikan
		MA4	-2.039e-08	0.000	<0.05	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.5, sebanyak 108 model telah diuji signifikasinya, dan beberapa di antaranya memenuhi kriteria signifikansi. Model yang ditemukan positif signifikan termasuk model (1, 3, 0), model (4, 1, 4), model (5, 2, 4), model (4, 2, 4), model (3, 2, 4), dan model (1, 2, 4). Karena setiap parameter memberikan kontribusi yang signifikan terhadap model, masing-masing memiliki nilai p-value < 0,05, sehingga keenam model tersebut dianggap positif signifikan. Sebaliknya, model-model lain mungkin dianggap tidak layak untuk digunakan dalam peramalan karena setidaknya satu parameter pada model tersebut tidak signifikan terhadap hasil model.

4.1.4 Uji Kesesuaian Model

Model-model seperti model (1, 3, 0), model (4, 1, 4), model (5, 2, 4), model (4, 2, 4), model (3, 2, 4), dan model (1, 2, 4). Setelah melalui proses uji signifikansi parameter untuk memastikan kebermaknaan setiap parameter dalam model tersebut. Setelah tahap uji signifikansi, langkah selanjutnya ialah menjalani uji kesesuaian model. Proses ini mencakup Uji White Noise, yang dilakukan untuk menilai korelasi antar residu pada model, dan Uji Normalitas, yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana distribusi residual sesuai dengan distribusi normal. Dengan mengintegrasikan kedua uji kesesuaian ini, penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa model-model tersebut tidak hanya memiliki parameter

yang signifikan tetapi juga menghasilkan residu yang sesuai dengan asumsi penting, seperti ketidak berkorelasi dan kenormalan distribusi.

a. Uji White Noise

Uji Ljung-Box digunakan untuk menentukan potensi korelasi antara lag. Model dianggap memenuhi kriteria white noise jika nilai p untuk setiap lag lebih besar dari 0,05; jika nilai p kurang dari 0,05, model dianggap tidak signifikan. Tabel 4.5 menunjukkan hasil uji signifikansi parameter.

Tabel 4. 6 Uji *White Noise* ke-6 model menggunakan Ljung-Box

No	Model	<i>p-value</i>	Keterangan	Keputusan
1	(1, 3, 0)	0.435565	<0.05	Tidak Signifikan
2	(4, 1, 4)	0.991042	>0.05	Signifikan
3	(5, 2, 4)	0.595841	>0.05	Signifikan
4	(4, 2, 4)	0.595841	>0.05	Signifikan
5	(3, 2, 4)	0.595841	>0.05	Signifikan
6	(1, 2, 4)	0.595841	>0.05	Signifikan

Menurut hasil uji Ljung-Box pada ke-enam model terdapat kesamaan nilai *p-value* pada No 4, No 5, dan No 6. Hal tersebut terjadi karena model memiliki nilai AIC terlalu besar. Sehingga menimbulkan *overfitting* pada model terhadap data peramalan. Sehingga ke lima model yang tidak sesuai kriteria tidak perlu untuk melakukan uji normalitas lebih lanjut. Hanya model (4, 1, 4) yang menunjukkan nilai *p-value* > 0,05 untuk lag ke 10. Dengan memperhatikan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa semua residu model memenuhi asumsi *White Noise*.

b. Uji Normalitas

Sebagai bagian dari uji normalitas, uji Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk menilai kesesuaian distribusi residual dengan distribusi normal. Jika nilai *p-value* lebih dari 0,05, model dianggap memenuhi uji normalitas. Jika nilai *p-value*

kurang dari 0,05, model dianggap tidak memenuhi uji normalitas. Tabel 4.6 menunjukkan hasil uji signifikansi parameter.

Tabel 4. 7 Uji Normalitas model ARIMA (4, 1, 4)

No. Model	Model	<i>Kolmogoro S.</i>	<i>p-value</i>	Keterangan	Keputusan
1	(4, 1, 4)	0.65	8.75	> 0.05	Signifikan

Setelah melalui tahap uji kesesuaian model, langkah selanjutnya adalah menjalani skenario uji coba dengan berbagai rasio data training dan testing yang telah ditentukan. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi performa model ARIMA dalam berbagai konteks pembagian data, sehingga dapat diidentifikasi rasio yang paling optimal untuk meraih prediksi yang akurat.

4.2 Hasil Skenario Uji Coba

Model ARIMA dengan ordo (4, 1, 4) dan dengan nilai AIC sebesar 284.16254 akan melibatkan serangkaian pengujian skenario uji coba dengan berbagai rasio data training dan testing, yaitu rasio 50:50, rasio 70:30, rasio 60:40, dan rasio 80:20. Langkah ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model dalam berbagai konteks pembagian data dan memahami sejauh mana model ini dapat memberikan prediksi yang konsisten dan akurat.

4.2.1. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 50:50

Tabel 4. 8 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 50:50 Model (4, 1, 4)

No.	Model ARIMA	AIC	MAPE	RMSE
1.	Model (4, 1, 4)	284.16254	7.17%	237.90

Dalam skenario uji coba dengan rasio 50:50, model ARIMA dengan ordo (4, 1, 4) menunjukkan performa yang memuaskan. Dengan nilai AIC sebesar

284.16254, model ini telah memberikan penyesuaian yang baik terhadap data, menunjukkan tingkat kompleksitas yang seimbang. Evaluasi kualitatif lebih lanjut mengungkapkan bahwa model ini mampu memberikan prediksi yang akurat, terbukti dari nilai MAPE sebesar 7.17% dan RMSE sebesar 237.90. Hasil ini mengindikasikan bahwa, pada rasio 50:50, model (4, 1, 4) bisa menjadi acuan untuk penentuan rasio optimal pada tahap uji coba selanjutnya.

4.2.2. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 70:30

Tabel 4. 9 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 70:30 Model (4, 1, 4)

No.	Model ARIMA	AIC	MAPE	RMSE
1.	Model (4, 1, 4)	284.16254	8.74%	251.38

Dalam skenario uji coba dengan rasio 70:30, model ARIMA berordo (4, 1, 4) memberikan hasil yang layak diperhatikan. Dengan nilai AIC sebesar 284.16254, model ini menunjukkan kemampuannya untuk memberikan penyesuaian yang baik terhadap data, menandakan keseimbangan antara kompleksitas dan kemampuan adaptasinya. Meskipun nilai MAPE sebesar 8.74% dan RMSE sebesar 251.38 menunjukkan sedikit peningkatan dibandingkan dengan skenario rasio 50:50, model ini tetap mampu mempertahankan tingkat presisi yang relatif tinggi dalam menghadapi pembagian data yang lebih dinamis. Temuan ini mengindikasikan bahwa model (4, 1, 4) masih memiliki kemampuan prediktif yang baik pada skenario pembagian data 70:30, dan hasil evaluasi kuantitatif ini dapat menjadi acuan penting dalam menentukan kehandalan model pada situasi di mana data training lebih melimpah.

4.2.3. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 60:40

Tabel 4. 10 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 60:40 Model (4, 1, 4)

No.	Model ARIMA	AIC	MAPE	RMSE
1.	Model (4, 1, 4)	284.16254	7.79%	170.59

Dalam konteks skenario uji coba dengan rasio 60:40, model ARIMA berordo (4, 1, 4) menunjukkan hasil yang sangat positif. Dengan nilai AIC sebesar 284.16254, model ini memberikan penyesuaian yang baik terhadap data, menandakan keseimbangan yang tepat antara kompleksitas dan kemampuan adaptasinya. Evaluasi kualitatif lebih lanjut mengungkapkan bahwa model ini berhasil mempertahankan tingkat presisi yang tinggi, dengan nilai MAPE sebesar 7.79% dan RMSE sebesar 170.59. Hasil ini mengindikasikan bahwa model (4, 1, 4) memiliki kemampuan prediktif yang konsisten bahkan dalam skenario pembagian data yang lebih dinamis, dengan proporsi data training dan testing yang berimbang. Temuan ini memberikan dukungan kuat terhadap keandalan model pada rasio 60:40 dan menegaskan adaptabilitasnya dalam berbagai situasi pengujian.

4.2.4. Hasil Skenario Uji Coba Rasio 80:20

Tabel 4. 11 Hasil Skenario Uji Coba Rasio 80:20 Model (4, 1, 4)

No.	Model ARIMA	AIC	MAPE	RMSE
1.	Model (4, 1, 4)	284.16254	12.97%	315.81

Dalam skenario uji coba dengan rasio 80:20, model ARIMA berordo (4, 1, 4) menunjukkan hasil yang perlu diperhatikan. Meskipun nilai AIC sebesar 284.16254 menunjukkan tingkat kompleksitas yang seimbang, terdapat peningkatan yang signifikan pada nilai MAPE sebesar 12.97% dan RMSE sebesar 315.81

dibandingkan dengan skenario pembagian data sebelumnya. Hasil evaluasi ini menandakan bahwa, pada proporsi data training yang lebih besar, model ini mungkin menghadapi kesulitan dalam memberikan prediksi yang akurat pada data testing yang lebih terbatas. Oleh karena itu, penggunaan model (4, 1, 4) pada rasio 80:20 perlu dilakukan dengan hati-hati, dan penelitian lebih lanjut mungkin diperlukan untuk memahami dinamika data yang mendasarinya serta mempertimbangkan penyesuaian model yang diperlukan dalam skenario ini.

4.3 Pembahasan

Dalam mengkaji performa model ARIMA berordo (4, 1, 4) melalui serangkaian skenario uji dengan variasi rasio data training dan testing, dapat ditarik kesimpulan bahwa efektivitas model ini bervariasi seiring dengan pembagian data yang digunakan. Proses evaluasi ini menunjukkan bahwa pemilihan proporsi data training dan testing memainkan peran krusial dalam menentukan sejauh mana model mampu menggeneralisasi pola dari data yang diberikan. Penting untuk dicatat bahwa kinerja model ARIMA (4, 1, 4) tidak bersifat konstan dan dapat dipengaruhi oleh komposisi dataset yang digunakan untuk melatih dan menguji model. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai strategi pembagian data yang optimal dapat menjadi kunci untuk meningkatkan performa prediktif model ini.

Hasil eksperimen menyoroti pentingnya pemahaman yang mendalam terhadap karakteristik dataset dan pemilihan metode validasi yang sesuai. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan dengan cermat cara data dibagi agar dapat menghasilkan model ARIMA yang dapat diandalkan dan responsif terhadap variasi

pola dalam data waktu. Temuan ini memberikan wawasan berharga dalam konteks pengembangan model ARIMA dan memberikan dasar untuk penyelidikan lebih lanjut terkait peningkatan performa melalui penyesuaian rasio data training dan testing. Berikut hasil dari skenario uji coba yang telah dilakukan, yang ditunjukkan pada tabel dibawah.

Tabel 4. 12 Hasil skenario uji coba model arima 4, 1, 4

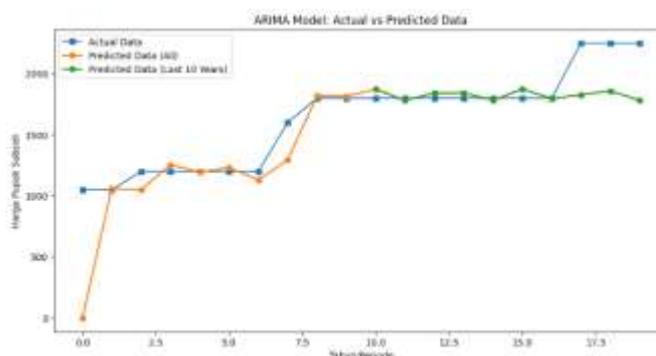
No.	Skenario Uji	MAPE	RMSE
1.	Skenario uji rasio 50:50	7.17%	237.90
2.	Skenario uji rasio 60:40	7.79%	170.59
3.	Skenario uji rasio 70:30	8.74%	251.38
4.	Skenario uji rasio 80:20	12.97%	315.81

Dari hasil skenario uji dengan berbagai rasio data training dan testing pada model ARIMA berordo (4, 1, 4), dapat disimpulkan bahwa performa model berbeda-beda tergantung pada pembagian data yang digunakan. Pada skenario uji rasio 50:50, model menunjukkan kinerja yang memuaskan dengan MAPE sebesar 7.17% dan RMSE sebesar 237.90, menandakan kemampuannya dalam menghadapi situasi di mana data training dan testing seimbang. Skenario uji dengan rasio 60:40 menghasilkan tingkat presisi yang tinggi, dengan MAPE sebesar 7.79% dan RMSE sebesar 170.59, menunjukkan adaptabilitas model terhadap pembagian data yang lebih dinamis.

Namun, saat pembagian data semakin meningkat pada skenario uji rasio 70:30 dan 80:20, terjadi peningkatan yang signifikan pada tingkat kesalahan. Pada rasio 70:30, meskipun tingkat presisi masih dapat diterima dengan MAPE sebesar 8.74%, terdapat peningkatan pada RMSE menjadi 251.38. Pada rasio 80:20, terjadi penurunan signifikan dalam tingkat akurasi, dengan MAPE mencapai 12.97% dan

RMSE mencapai 315.81. Dengan demikian, simpulan yang dapat diambil adalah bahwa model (4, 1, 4) cenderung memberikan hasil prediksi yang lebih baik pada skenario dengan proporsi data training dan testing yang lebih seimbang. Pada kondisi di mana proporsi data training lebih besar, model tersebut mungkin menghadapi kesulitan dalam memberikan prediksi yang akurat pada data testing yang lebih terbatas.

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kinerja model, dapat dianalisis perbandingan antara data aktual dan data prediksi model (4, 1, 4). Evaluasi ini memberikan gambaran tentang sejauh mana model dapat mereplikasi dan memprediksi data dengan akurasi yang diinginkan. Analisis tersebut memberikan landasan untuk pemahaman lebih lanjut terhadap kecocokan antara hasil yang diharapkan dan kenyataan. Selanjutnya, perbandingan ini akan diilustrasikan melalui grafik pada Gambar 4.4.



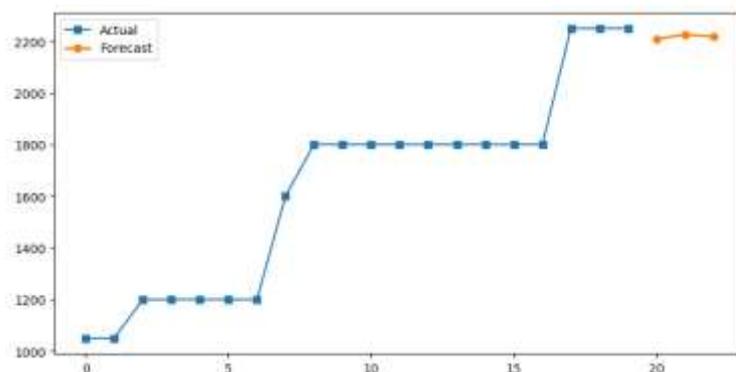
Gambar 4. 4 Visualisasi perbandingan data aktual dan prediksi

Tabel 4. 13 Perbandingan data aktual dan data prediksi

No	Tahun	Data Aktual	Prediksi	MAPE	RMSE
1	2014	1800	1789.92	7.17%	237.90
2	2015	1800	1786.81		
3	2016	1800	1819.46		
4	2017	1800	1767.01		
5	2018	1800	1826.17		
6	2019	1800	1773.56		

7	2020	1800	1808.79		
8	2021	2250	1797.35		
9	2022	2250	2200.31		
10	2023	2250	2289.72		

Dilihat dari hasil gambar 4.4 dan tabel 4.9, terlihat bahwa hasil data prediksi yang diperoleh dari model (4, 1, 4) cukup bagus yang memiliki nilai MAPE sebesar 7,17% dan RMSE 237,90. Dan dengan melalui beberapa proses metode ARIMA model tersebut memenuhi kriteria setiap prosesnya dibandingkan dengan model yang lain. Jika dilihat dari data aktual dan data prediksi, terdapat data prediksi yang memiliki nilai lebih tinggi daripada data aktualnya seperti pada tahun 2020. Ada juga nilai prediksi memiliki nilai yang lebih kecil dari pada nilai aktual seperti tahun 2021, 2022, dan 2023 yang memiliki nilai data prediksi yang lebih kecil daripada data aktualnya. Hal tersebut cukup wajar mengingat bahwa ini adalah data prediksi yang tidak bisa dikatakan mutlak.



Gambar 4. 5 Visualisasi hasil prediksi menggunakan model (1, 2, 2)

Pada gambar 4.5 tersebut bisa dilihat prediksi yang dilakukan oleh metode ARIMA untuk memprediksikan harga pupuk subsidi khususnya pupuk urea dalam tiga tahun kedepan. Untuk hasil prediksi yang dilakukan menghasilkan nilai sebesar

2208.90 pada tahun pertama, 2225.65 tahun ke-dua, dan 2217.78 untuk tahun ketiga. Maka, prediksi untuk satu tahun kedepan yaitu pada tahun 2024 akan terjadi penurunan sebesar Rp. 41,1 dari tahun sebelumnya yaitu tahun 2023, lalu naik sebesar Rp. 16,75 dari tahun 2024 ke tahun 2025, dan turun Rp. 7,87 dari tahun 2025 ke tahun 2026.

4.4 Integrasi Islam

Pada penelitian ini, dilakukan estimasi harga pupuk bersubsidi dengan tujuan memberikan prediksi yang lebih akurat. Hal ini bertujuan untuk memfasilitasi para petani dalam perencanaan modal yang lebih efektif dalam pengelolaan dan perawatan tanaman mereka. Mengingat peran yang sangat penting dari pupuk dalam sektor pertanian, terutama bagi petani. Pupuk memiliki peran krusial sebagai penyedia nutrisi esensial yang mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kualitas hasil pertanian.

Dengan menyediakan nutrisi secara seimbang, pupuk memfasilitasi pertumbuhan tanaman secara optimal, meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, dan mengoptimalkan potensi panen. Kontribusi ini sangat signifikan dalam mencapai swasembada pertanian di Indonesia. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang penggunaan pupuk yang tepat menjadi hal yang sangat penting untuk menjaga kesehatan dan produktivitas tanaman. Sesuai dengan Hadist Riwayat Imam Ahmad:

عن رجل من أصحاب النبي قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ - صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَنْ نَصَبَ شَجْرَةً فَصَبَرَ عَلَى حِفْظِهَا وَالْقِيَامِ عَلَيْهَا حَتَّى تُثْمِرَ كَانَ لَهُ فِي كُلِّ شَيْءٍ يُصَابُ مِنْ ثَمَرِهَا صَدَقَةٌ عِنْدَ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ رواه أحمد

“Dari salah seorang sahabat ra, ia mendengar Rasulullah saw bersabda, ‘Siapa saja yang menanam pohon lalu sabar menjaga dan merawatnya hingga berbuah,

maka setiap peristiwa yang menimpa buahnya akan bernilai sedekah bagi penanamnya di sisi Allah, ” (HR Ahmad)

Menurut Alhafiz Kurniawan, yang dikutip dari kitab At-Tarhib wat Tarhib minal Haditsisy Syarif karya Imam Zakiyuddin Abdul Azhim Al-Mundziri. Hadist tersebut memiliki kandungan bagaimana pandangan islam menaruh perhatian pada aktifitas penanaman pohon atau tumbuhan agar memotivasi umat islam untuk merawat, menanam, dan mengambil manfaatnya. Baik untuk diri sendiri maupun untuk makhluk lainnya (Kurniawan, 2022).

Hadis tersebut mencerminkan betapa Islam memberikan perhatian yang besar terhadap kegiatan penanaman pohon atau tumbuhan sebagai bentuk motivasi bagi umat Islam untuk merawat, menanam, dan mengambil manfaat dari tanaman tersebut. Pesan yang terkandung dalam hadis ini mendorong umat Islam untuk memahami pentingnya menjaga keberlanjutan alam dan memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan. Melalui aktifitas penanaman ini, umat Islam diharapkan dapat mendapatkan manfaat baik secara pribadi maupun memberikan manfaat kepada makhluk lain, sejalan dengan prinsip-prinsip keberlanjutan dan kepedulian terhadap ekosistem yang ditanamkan oleh ajaran Islam.

Namun, agar para petani dapat mengelola pengeluaran mereka dengan lebih bijaksana dan optimal dalam pembelian atau penggunaan pupuk. Maka pentingnya peramalan harga pupuk di masa depan menjadi sangat krusial. Dengan memiliki prediksi yang lebih akurat, para petani dapat mengelola pengeluaran mereka dengan lebih bijaksana dan optimal, serta membantu mempermudah dan meningkatkan

efisiensi dalam kegiatan pertanian mereka. Yang selaras dengan isi hadist yang diriwayatkan oleh Imam Muslim berikut:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ مَنْ نَفَسَ عَنْ مُؤْمِنٍ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ الدُّنْيَا ،
 نَفَسَ اللَّهُ عَنْهُ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ يَوْمِ الْقِيَامَةِ ، وَمَنْ يَسَّرَ عَلَى مُعْسِرٍ ، يَسَّرَ اللَّهُ عَلَيْهِ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ ، وَمَنْ
 سَتَرَ مُسْلِمًا ، سَتَرَهُ اللَّهُ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ ، وَاللَّهُ فِي عَوْنِ الْعَبْدِ مَا كَانَ الْعَبْدُ فِي عَوْنِ أَخِيهِ ،

“Barangsiapa yang melepaskan satu kesusahan seorang mukmin, pasti Allah akan melepaskan darinya satu kesusahan pada hari kiamat. Barangsiapa yang menjadikan mudah urusan orang lain, pasti Allah akan memudahkan urusannya di dunia dan akhirat. Barangsiapa yang menutupi aib seorang muslim, pasti Allah akan menutupi aibnya di dunia dan di akhirat. Allah senantiasa menolong hamba-Nya selama hamba-Nya suka menolong saudaranya.”(Hadits Shahih: Diriwayatkan oleh Muslim).

Konsep muamalah ma'a an-nnas diterapkan ketika seseorang membantu orang lain dalam kesusahan mereka dan membantu mereka menyelesaikan masalah mereka. di mana sistem dapat membantu pengguna memprediksi harga pupuk subsidi. Hal ini juga selaras dengan konsep muamalah ma'a Allah Saling tolong menolong dalam kebaikan, yang merupakan cara manusia bergantung pada Allah subhanahu wa ta'ala yang Maha Kuasa. Sebagai bagian dari menjalankan perintah Allah subhanahu wa ta'ala dalam kebaikan dan takwa, sistem prediksi harga pupuk ini diharapkan dapat membantu urusan orang lain.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa model ARIMA dengan ordo (4, 1, 4) dengan model yang konsisten memenuhi kriteria mulai dari uji stasioneritas hingga uji normalitas. Keberhasilan model ini menunjukkan kemampuannya untuk memberikan representasi yang baik terhadap pola dan fluktuasi dalam data harga pupuk subsidi. Namun, pada tahap uji kesesuaian model, terdapat beberapa model lain yang menunjukkan nilai p-value yang serupa. Hal ini terjadi karena nilai AIC yang tinggi pada model tersebut, menandakan bahwa meskipun secara statistik cocok dengan data, model tersebut tidak secara efektif menyelaraskan diri dengan dinamika sebenarnya dari data harga pupuk subsidi. Poin ini menyoroti pentingnya tidak hanya melihat uji kesesuaian statistik tetapi juga mempertimbangkan nilai informasi kriteria seperti AIC untuk memastikan ketepatan model terhadap data empiris yang ada.

Selanjutnya, melalui skenario uji coba dengan variasi rasio data training dan testing, ditemukan bahwa rasio 50:50 menghasilkan nilai MAPE terkecil sebesar 7,17%. Pada sisi lain, rasio 60:40 memberikan nilai RMSE terendah, yaitu sebesar 170,59. Hasil ini menunjukkan bahwa pembagian data dengan rasio tertentu dapat memengaruhi performa model ARIMA (4, 1, 1). Model tersebut memberikan prediksi harga pupuk subsidi dengan nilai yang cukup akurat. Menurut hasil prediksi, harga pupuk pada tahun 2024 diproyeksikan mencapai 2208,90, tahun 2025 sebesar 2225,65, dan tahun 2026 sebesar 2217,78. Temuan ini memberikan

informasi berharga bagi para pemangku kepentingan, terutama petani. Untuk merencanakan anggaran pertanian dan menghadapi fluktuasi harga pupuk subsidi pada masa mendatang.

5.2 Saran

Penulis menyarankan hal-hal berikut untuk studi masa depan berdasarkan penelitian ini:

1. Sebelum menentukan metode yang akan digunakan, diharapkan untuk melakukan analisis pola data terlebih dahulu.
2. Perbanyak dari segi pengumpulan data yang digunakan, agar proses dari metode ARIMA bisa maksimal.
3. Untuk mendapatkan hasil peramalan harga pupuk subsidi yang lebih dekat dengan nilai aktualnya, metode pengajaran mesin lainnya dapat digunakan sebagai pembanding. Dengan demikian, keakuratannya dapat dibandingkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R., Affandi, L., & Nofita, S. W. (2021). Sistem Informasi dan Peramalan Pendistribusian Pupuk dengan Metode Autoregressiveintegrated Moving Average (Arima). *Seminar Informatika Aplikatif Polinema (SIAP)*, 1–5.
- As'ad, M., Wibowo, S. S., & Sophia, E. (2017). Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru Dengan Model Autoregressive Integrated Moving Average (Arima). *J I M P - Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, 2(3), 20–33.
<https://doi.org/10.37438/jimp.v2i3.77>
- Engelhart, M. D., & Moughamian, H. (1969). Book Reviews : Book Reviews. *Educational and Psychological Measurement*, 29(1), 205–205.
<https://doi.org/10.1177/001316446902900124>
- Fattah, J., Ezzine, L., Aman, Z., El Moussami, H., & Lachhab, A. (2018). Forecasting of demand using ARIMA model. *International Journal of Engineering Business Management*, 10, 1–9.
<https://doi.org/10.1177/1847979018808673>
- Hendrawan, B. (2012). Penerapan Model ARIMA Dalam Memprediksi IHSG. *205 | Jurnal Integrasi |*, 4(2), 205–211.
<https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JI/article/view/231/220>
- Hermawan, I. (2014). Analisis Dampak Kebijakan Subsidi Pupuk Urea Dan TSP Terhadap Produksi Padi Dan Capaian Swasembada Pangan Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*, 5(1), 63–78. <http://setkab.go.id/artikel-11423-.html>,
- Kurniawan, A. (2022). *Hadits Seputar Keutamaan Menanam Pohon*. 1–5.
- Kusumaningrum, S. I. (2019). Pemanfaatan Sektor Pertanian Sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia. *Jurnal Transaksi*, 11(1), 80–89.
<http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/transaksi/article/view/477>
- Navares, R., Díaz, J., Linares, C., & Aznarte, J. L. (2018). Comparing ARIMA and computational intelligence methods to forecast daily hospital admissions due to circulatory and respiratory causes in Madrid. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 32(10), 2849–2859.
<https://doi.org/10.1007/s00477-018-1519-z>
- Nurman, S., Nusrang, M., & Sudarmin. (2022). Analysis of Rice Production Forecast in Maros District Using the Box-Jenkins Method with the ARIMA Model. *ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science*, 2(1), 36–48.

<https://doi.org/10.35877/mathscience731>

- Petropoulos, F., Apiletti, D., Assimakopoulos, V., Babai, M. Z., Barrow, D. K., Ben Taieb, S., Bergmeir, C., Bessa, R. J., Bijak, J., Boylan, J. E., Browell, J., Carnevale, C., Castle, J. L., Cirillo, P., Clements, M. P., Cordeiro, C., Cyrino Oliveira, F. L., De Baets, S., Dokumentov, A., ... Ziel, F. (2022). Forecasting: theory and practice. *International Journal of Forecasting*, 38(3), 705–871. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.001>
- Pradana, T. A., & Primandari, A. H. (2019). z. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 1–10.
- Ramos, K. G., & Ativo, I. J. O. (2023). Forecasting Monthly Prices of Selected Agricultural Commodities in The Philippines Using ARIMA Model. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 04(01), 1983–1993. <https://doi.org/10.55248/gengpi.2023.4157>
- Roy, P., Ahmed, M. A., & Shah, M. H. (2021). Biogas generation from kitchen and vegetable waste in replacement of traditional method and its future forecasting by using ARIMA model. *Waste Disposal and Sustainable Energy*, 3(2), 165–175. <https://doi.org/10.1007/s42768-021-00070-3>