

**PREDIKSI PEMAKAIAN AIR BULANAN DI PDAM KECAMATAN
TAMALATE MENGGUNAKAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE* (ARIMA)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Komputer (S.Kom) Program Studi Informatika



NUR ANNISA SYARIFUDDIN

105841106021

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2025



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



PENGESAHAN

kripsi atas nama Nur Annisa Syarifuddin dengan nomor induk Mahasiswa 105841106021, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/SK-1755202/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 0 Agustus 2025.

Panitia Ujian :

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., ASEAN, Eng.

Penguji

a. Ketua

: Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

b. Sekretaris

: Desi Anggreani, S.Kom., M.T.

Anggota

: 1. Lukman., S.Kom., M.T.

2. Chyquitha Danaputri, S.Kom., M.Kom.

3. Ir. Ida, S.Kom., M.T.

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Titin Wahyuni, S.Pd., M.T.

Ir. Muhammad Faisal, S.Si., M.T., Ph.D., IPM

Dekan

Ir. Muh. Syafaat S. Kuba, S.T., M.T.

NBM. 795 288





HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : PREDIKSI PEMAKAIAN AIR BULANAN DI PDAM KECAMATAN TAMALATE MENGGUNAKAN METODE AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE

Nama : Nur Annisa Syarifuddin

Stambuk : 105 841106021

Makassar, 30 Agustus 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Titin Wahyuni, S.Pd., M.T.

Ir. Muhammad Faisal, S.Si., M.T., Ph.D., IPM

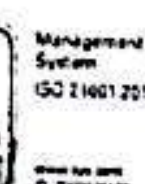
Mengetahui,

Ketua Prodi Informatika



Rizki Yushiana Bakti, S.T., M.T.

NBM 1307 284



ABSTRAK

Nur Annisa, Prediksi Pemakaian Air Bulanan Di Pdam Kecamatan Tamalate Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) (Dibimbing oleh ibu Titin Wahyuni S. Pd., M.T. dan Bapak Ir.Muhammad Faisal, S.SI., M.T., Ph.D., IPM).

Peramalan konsumsi air merupakan aspek penting dalam pengelolaan sumber daya air yang efisien, khususnya di wilayah perkotaan dengan permintaan yang terus meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi volume pemakaian air bulanan di PDAM Kecamatan Tamalate dengan menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Dataset yang digunakan terdiri dari data historis pemakaian air bulanan dari Januari 2022 hingga Desember 2024 dengan total 36 observasi. Proses analisis meliputi uji stasioneritas menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF), identifikasi parameter model melalui plot ACF dan PACF, serta evaluasi kinerja model menggunakan metrik MAE, RMSE, dan MAPE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik adalah ARIMA yang mampu memberikan tingkat akurasi tinggi dengan nilai MAE sebesar 26.049,80 m³, RMSE sebesar 37.459,00 m³, dan MAPE sebesar 4,12%. Model ini terbukti mampu menghasilkan prediksi yang mendekati nilai aktual sehingga dapat dijadikan dasar perencanaan distribusi air PDAM. Diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengambilan keputusan berbasis data serta mendukung transformasi digital pada sektor pelayanan publik.

Kata Kunci: ARIMA, Deret Waktu, Prediksi Air, Evaluasi Model, PDAM Tamalate

ABSTRACT

Nur Annisa, *Forecasting Monthly Water Consumption at PDAM Tamalate District Using the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Method (Supervised by Titin Wahyuni, S.Pd., M.T. and Ir. Muhammad Faisal, S.Si., M.T., Ph.D., IPM).*

Water consumption forecasting is a crucial aspect of efficient water resource management, particularly in urban areas with increasing demand. This study aims to predict the monthly water usage volume at the PDAM of Tamalate District using the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) method. The dataset consists of historical water usage data from January 2022 to December 2024, totaling 36 monthly observations. The analysis process includes stationarity testing using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test, model parameter identification through ACF and PACF plots, and performance evaluation using MAE, RMSE, and MAPE metrics. The results show that the best-performing model is ARIMA, which demonstrates high prediction accuracy, with a MAE of 26,049.80 m³, RMSE of 37,459.00 m³, and MAPE of 4.12%. This model is capable of generating predictions close to actual values and can be relied upon as a basis for PDAM's water distribution planning. It is expected that this research will contribute to data-driven decision-making and support digital transformation in the public service sector.

Keywords: ARIMA, Time Series, Water Forecasting, Model Evaluation, PDAM Tamalate

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, kesehatan, dan kekuatan-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan proposal skripsi berjudul “PREDIKSI PEMAKAIAN AIR BULANAN DI PDAM KECAMATAN TAMALATE MENGGUNAKAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (ARIMA)” sebagai salah satu persyaratan untuk penyusunan Skripsi Program Studi Informatika. Shalawat dan junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai rahmatan lil alamin dan uswatun hasanah.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara moral maupun spiritual, selama proses penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis tuju kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Hj. Abd. Rakhim Nanda, S.T., M.T., IPU, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Ir. Muhammad Syafa'at S.Kuba, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Rizki Yusliana Bakti, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Informatika.
4. Ibu Titin Wahyuni S. Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1, yang dengan penuh dedikasi dan kesabaran telah membimbing serta mengarahkan penulis dalam setiap tahapan penyusunan skripsi ini. Ilmu, masukan, dan motivasi yang beliau berikan sangat berharga dalam penyempurnaan penelitian ini.
5. Bapak Ir. Muhammad Faisal, S.Si., M.T., Ph.D., IPM selaku Dosen Pembimbing 2, yang dengan ketelitian dan ketegasan senantiasa memberikan arahan, saran, serta kritik membangun sehingga kualitas penelitian ini dapat ditingkatkan. Dukungan beliau telah memberikan pengalaman akademik yang sangat berarti bagi penulis.

6. Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Ayahanda Syarifuddin dan Ibunda Kumalawati tercinta, yang dengan segala kasih sayang, doa tanpa henti, serta pengorbanan yang tidak pernah terhitung, telah menjadi sumber kekuatan terbesar bagi penulis. Segala pencapaian ini penulis persembahkan sebagai wujud cinta dan bakti kepada ayahanda dan ibunda yang menjadi teladan dan motivasi dalam setiap langkah.
8. Rekan-rekan angkatan 2021, khususnya mahasiswa kelas B Program Studi Informatika, yang telah menjadi keluarga kedua bagi penulis. Penulis menyampaikan apresiasi dan rasa terima kasih atas kebersamaan, dukungan, doa, serta semangat yang senantiasa diberikan. Kebersamaan, perjuangan, dan kerja sama yang terjalin merupakan pengalaman berharga yang tidak akan terlupakan dalam perjalanan akademik ini. Secara khusus, penulis memberikan penghargaan kepada Jihan Izzathul Mujidah, Sarina, dan Rizky Maulia, yang dengan ketulusan dan kehadirannya senantiasa mendampingi dalam suka maupun duka. Kontribusi dan kebersamaan tersebut tidak hanya memberikan warna dalam setiap langkah, tetapi juga menjadi sumber kekuatan yang menjadikan proses akademik ini lebih bermakna, penuh arti, serta layak dikenang.

Billahi Fisabilhaq, Fastabiqul Khairat

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 30 Agustus 2025

Nur Annisa Syarifuddin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	1
BAB I PENDAHULUAN	3
A. Latar Belakang.....	3
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
F. Sistematika penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Landasan Teori	8
B. Penelitian Terkait.....	17
C. Kerangka pikir.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Tempat dan Waktu Penelitian	21
B. Alat dan Bahan	21

C. Variabel dan Definisi Operasional Variabel	21
D. Perancangan Sistem.....	21
E. Teknik Pengujian Sistem.....	26
F. Teknik Analisis Data.....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A, Pengumpulan Dataset.....	29
B. Uji Stasioneritas.....	30
C. Data differencing.....	32
D. Mengidentifikasi Model Arima.....	33
E. Uji Diagnostik Residual.....	35
F. Evaluasi Kinerja Model Arima.....	37
G. Perbandingan Arima dengan Moving Average.....	42

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN.....	44
B. SARAN.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terkait.....	17
Tabel 2. Waktu Penelitian.....	18
Tabel 3. Tabel dataset PDAM.....	28
Tabel 4. Hasil Prediksi 2025.....	38
Tabel 5. Hasil Evaluasi Kinerja Model ARIMA.....	39

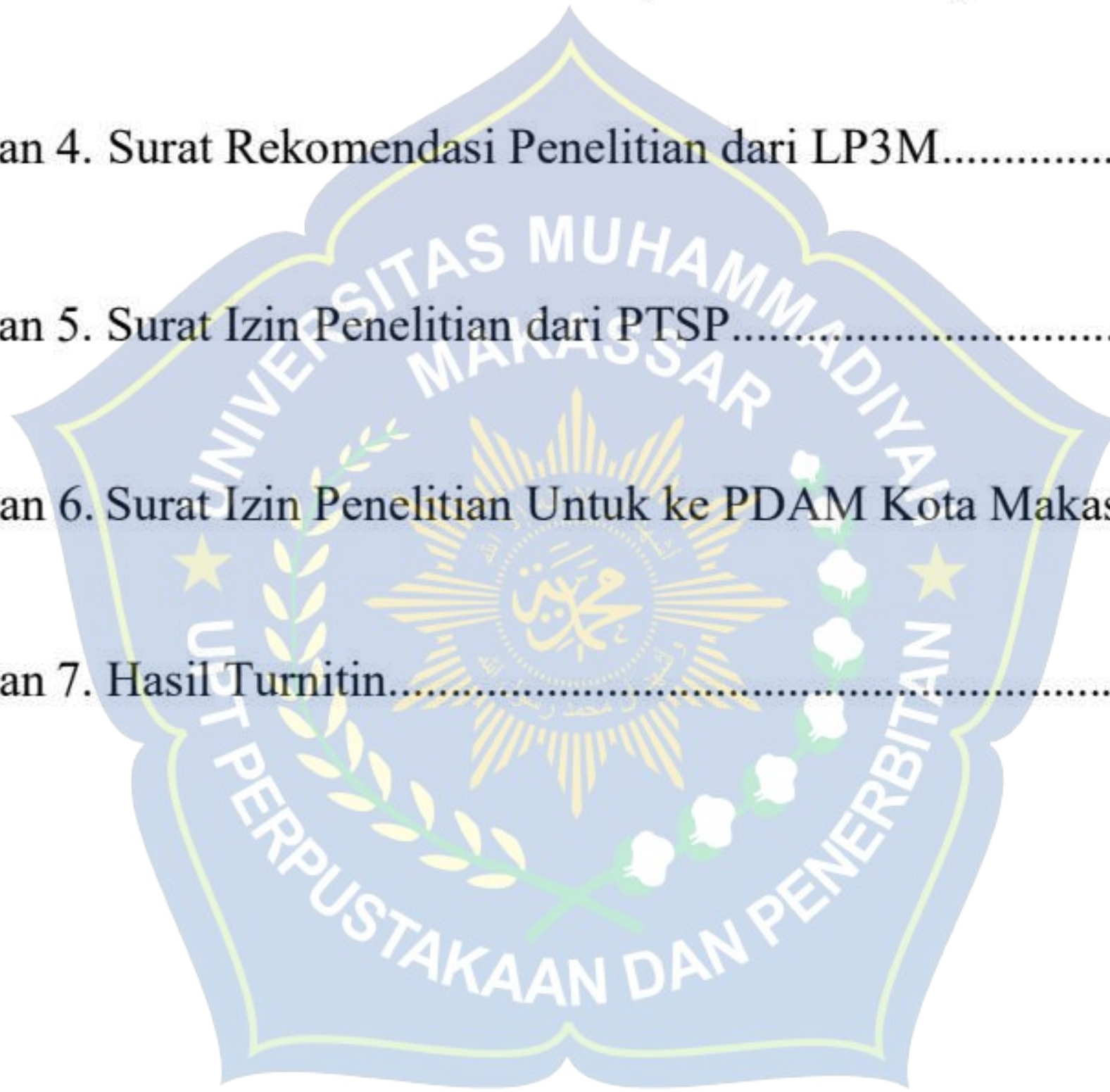


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pola Horizontal.....	14
Gambar 2. Pola Trend.....	14
Gambar 3. Pola Musiman.....	15
Gambar 4. Pola Siklis.....	16
Gambar 5. Kerangka Pikir.....	20
Gambar 6. Tahapan Perancangan Sistem.....	22
Gambar 7. Flowchart Penerapan Metode ARIMA.....	25
Gambar 8. Data asli.....	30
Gambar 9. Plot Data Setelah Proses Differencing.....	32
Gambar 10. Plot ACF dan PACF pada Data Stasioner.....	34
Gambar 11. Plot Diagnostik Residual Model ARIMA.....	36
Gambar 12. code metric MAE, RMSE, MAPE.....	37
Gambar 13. Hasil Prediksi Menggunakan ARIMA.....	41
Gambar 14. Perbandingan Metrik Evaluasi Model	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset Pemakaian Air PDAM Kecamatan Tamalate.....	53
Lampiran 2. Source Code.....	58
Lampiran 3. Permohonan Penelitian Kepada Ketua Program Studi Informatika..	71
Lampiran 4. Surat Rekomendasi Penelitian dari LP3M.....	72
Lampiran 5. Surat Izin Penelitian dari PTSP.....	73
Lampiran 6. Surat Izin Penelitian Untuk ke PDAM Kota Makassar.....	74
Lampiran 7. Hasil Turnitin.....	75



DAFTAR ISTILAH

<i>ACF (Autocorrelation Function)</i>	Fungsi autokorelasi yang digunakan untuk mengukur tingkat hubungan (korelasi) antara data deret waktu dengan nilai pada lag sebelumnya.
<i>ADF (Augmented Dickey-Fuller Test)</i>	Uji statistik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu data deret waktu bersifat stasioner atau tidak.
<i>AR (Autoregressive)</i>	Komponen dalam ARIMA yang menggambarkan hubungan antara nilai saat ini dengan nilai masa lalu pada data deret waktu.
<i>ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)</i>	Metode statistik deret waktu yang digunakan untuk memprediksi nilai di masa depan berdasarkan data historis, dengan menggabungkan komponen Autoregressive (AR), Integrated (I), dan Moving Average (MA).
<i>Differencing</i>	Proses transformasi data dengan cara mengurangi nilai data saat ini dengan nilai periode sebelumnya untuk menjadikan data stasioner.
Error/Residual	Selisih antara nilai aktual dengan nilai hasil prediksi.
<i>MA (Moving Average)</i>	Komponen dalam ARIMA yang menggunakan nilai kesalahan (residual) masa lalu untuk memprediksi nilai sekarang.
<i>MAE (Mean Absolute Error)</i>	Metrik evaluasi yang mengukur rata-rata kesalahan absolut antara nilai aktual dan hasil prediksi.

<i>MAPE (Mean Absolute Percentage Error)</i>	Metrik evaluasi yang mengukur rata-rata persentase kesalahan prediksi terhadap nilai aktual.
<i>PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum)</i>	Badan usaha milik daerah yang bertugas menyediakan dan mendistribusikan air bersih kepada masyarakat.
<i>RMSE (Root Mean Square Error)</i>	Metrik evaluasi yang mengukur tingkat kesalahan dengan memberikan bobot lebih besar pada kesalahan yang besar, karena memperhitungkan kuadrat dari selisih prediksi dan aktual.
<i>Stasioneritas</i>	Kondisi data deret waktu yang memiliki rata-rata, varians, dan kovarians yang konstan sepanjang waktu.
<i>Time Series (Deret Waktu)</i>	Sekumpulan data yang tersusun berdasarkan urutan waktu tertentu (harian, bulanan, tahunan) dan digunakan untuk menganalisis pola, tren, serta membuat prediksi.
<i>PACF (Partial Autocorrelation Function)</i>	Fungsi autokorelasi parsial yang digunakan untuk mengukur korelasi antara data deret waktu dengan lag tertentu setelah menghilangkan pengaruh lag-lag lainnya.
<i>Tamalate</i>	Salah satu kecamatan di Kota Makassar yang menjadi lokasi penelitian pemakaian air PDAM.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang tidak tergantikan dan berperan penting dalam menunjang berbagai aspek kehidupan, termasuk konsumsi rumah tangga, sanitasi, industri, dan pelayanan publik (Wang et al., 2021). Indonesia tengah menghadapi berbagai permasalahan krusial terkait pengelolaan sumber daya air. Permasalahan tersebut dipengaruhi oleh dinamika pertumbuhan penduduk, urbanisasi, perkembangan sektor industri, perubahan iklim, serta pengelolaan sumber daya air yang belum optimal, yang secara keseluruhan meningkatkan potensi terjadinya krisis air di masa mendatang (Stephens et al., 2020).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022 jumlah air bersih yang disalurkan oleh Perusahaan air bersih adalah 4.504,496 juta m³. Namun, pada tahun 2022 terdapat volume kebocoran mencapai 788,4 juta m³ atau sebesar 17% dari total produksi air bersih. Berdasarkan data tersebut penyaluran air sudah cukup efisien. Namun, masih terdapat masalah kebocoran yang signifikan yang berpotensi menyebabkan kurangnya distribusi air bersih. Peran Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sebagai penyedia utama layanan air bersih menjadi sangat strategis dalam menjamin ketersediaan air bagi masyarakat yang semakin meningkat. Namun, salah satu tantangan yang dihadapi oleh PDAM adalah memprediksi volume penggunaan air di masa mendatang (Nuryaumil, 2024).

Prediksi yang tepat dapat membantu PDAM dalam merancang sistem distribusi yang efisien, menghindari pemborosan sumber daya, serta memastikan pelayanan optimal kepada pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis yang komprehensif, termasuk penilaian terhadap nilai ekonomis

air, guna memastikan keberlanjutan pasokan air dalam jangka panjang (Arinta et al., 2023)

Kebutuhan air bersih di Kota Makassar di kelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Makassar dengan 5 Instalasi Pengelohan Air (IPA). Pada IPA II Panaikang yang menaungi 14 Kecamatan mengalami ketidakpastian terkait jumlah kebutuhan persediaan air bersih. Salah satu wilayah yang mencerminkan masalah ini adalah Kecamatan Tamalate di Kota Makassar yang mengalami peningkatan signifikan dalam jumlah pelanggan air bersih. Tingginya dinamika konsumsi air di wilayah ini menuntut adanya sistem prediksi yang mampu menangkap pola penggunaan air dalam jangka pendek maupun menengah. Untuk itu, metode statistik deret waktu seperti ARIMA dapat menjadi solusi yang tepat, mengingat kemampuannya dalam memodelkan tren historis serta fluktuasi musiman pada data non-stasioner (Dutta et al., 2022).

Model prediksi berbasis ARIMA telah banyak digunakan dalam sektor utilitas dan terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional, perencanaan distribusi, serta pengambilan keputusan berbasis data. Implementasi metode ini dalam konteks PDAM tidak hanya mendukung optimalisasi pelayanan, tetapi juga berkontribusi pada upaya transformasi digital dalam tata kelola sumber daya air (Kowsigan, 2023). Dengan demikian, pengembangan model prediktif penggunaan air berbasis ARIMA di Kecamatan Tamalate diharapkan dapat menjadi landasan strategis dalam meningkatkan efisiensi dan ketahanan sistem distribusi air bersih di wilayah tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi volume penggunaan air bulanan PDAM pada Kecamatan Tamalate dengan menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung perencanaan distribusi air yang lebih efisien dan berbasis data,

serta menjadi landasan dalam penerapan teknologi kecerdasan buatan di sektor pelayanan publik, khususnya dalam pengelolaan sumber daya air

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode ARIMA dalam memodelkan dan memprediksi volume penggunaan air berdasarkan periode tertentu?
2. Bagaimana tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan oleh model ARIMA dibandingkan dengan data aktual?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui penerapan model prediksi volume pemakaian air bulanan menggunakan metode ARIMA.
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi dan performa model ARIMA dalam meramalkan penggunaan air berdasarkan data aktual.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang akan didapatkan dari penelitian ini yang berjudul Prediksi Pemakaian Air Bulanan di PDAM Kecamatan Tamalate Menggunakan metode autoregressive integrated moving average (arima). :

1. Bagi Penulis

Penelitian ini menjadi sarana untuk menerapkan pengetahuan teoritis mengenai metode statistik runtun waktu, khususnya model ARIMA, dalam kasus nyata. Melalui proses ini, penulis memperoleh pengalaman praktis dalam pengolahan data historis, pembangunan model prediktif, serta evaluasi kinerja model, yang berguna untuk pengembangan keterampilan dalam analisis data, statistik terapan, dan peramalan.

2. Bagi Peneliti dan Akademik

Penelitian ini memberikan manfaat bagi peneliti sebagai referensi praktis dalam penerapan metode ARIMA untuk memodelkan dan memprediksi data runtun waktu, khususnya pemakaian air di PDAM Makassar. Penelitian ini juga menjadi dasar untuk pengembangan studi selanjutnya dan perbandingan dengan metode prediksi lain. Selain itu, bagi dunia akademis, hasil penelitian ini dapat memperkaya literatur di bidang statistika terapan dan manajemen sumber daya air, serta dijadikan bahan ajar dan studi kasus yang bermanfaat untuk mendukung pembelajaran dan penelitian terkait peramalan dan analisis data time series dalam konteks pelayanan publik.

3. Bagi PDAM

Penelitian ini memberikan manfaat langsung bagi PDAM sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan distribusi air yang lebih efisien, tepat sasaran, dan berbasis data historis aktual. Dengan adanya prediksi pemakaian air bulanan, PDAM dapat mengelola pasokan air secara lebih optimal, mengurangi potensi kekurangan atau pemborosan, serta meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan. Bagi pengguna, hasil prediksi ini secara tidak langsung berkontribusi pada ketersediaan air yang lebih stabil dan merata, sesuai kebutuhan masyarakat di Kecamatan Tamalate.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Dari analisis rumusan masalah di atas, dapat dirumuskan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Fokus penelitian pada prediksi volume penggunaan air bulanan di wilayah pelayanan PDAM Makassar
2. Metode yang digunakan adalah model ARIMA untuk menganalisis dan memprediksi data runtun waktu pemakaian air.
3. Periode data digunakan 3 tahun terakhir yang disesuaikan data historis dari PDAM Makassar.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan proposal ini terbagi menjadi beberapa bab yang tersusun sebagai berikut:

BAB I – PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang mendasari penelitian, termasuk konsep data runtun waktu (time series), metode ARIMA, serta penelitian terdahulu yang relevan sebagai landasan dalam membangun model prediksi.

BAB III – METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, mulai dari jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, tahapan analisis data, serta proses pemodelan menggunakan ARIMA.

BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan secara sistematis hasil analisis data yang diperoleh selama penelitian. Pembahasan mencakup proses eksplorasi dataset, pengujian stasioneritas data deret waktu, identifikasi parameter model ARIMA, evaluasi terhadap residual model, serta hasil peramalan pemakaian air. Selain itu, bab ini juga menyajikan analisis perbandingan akurasi model prediksi yang digunakan, dilengkapi dengan penyajian data dalam bentuk grafik dan tabel guna memperkuat interpretasi hasil.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat simpulan dari keseluruhan hasil penelitian yang telah dilakukan, yang merangkum pencapaian tujuan penelitian serta temuan utama yang diperoleh. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang bersifat konstruktif sebagai rekomendasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut dan sebagai pertimbangan bagi pihak-pihak terkait dalam penerapan hasil penelit

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah entitas yang dikelola oleh pemerintah daerah dan berfungsi sebagai lembaga pelayanan publik. Sebagai bagian dari sektor publik, PDAM memprioritaskan kepuasan masyarakat dengan menyediakan layanan dan produk berkualitas dengan harga yang dapat dijangkau. Pencapaian kepuasan masyarakat pelanggan PDAM dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi berbagai faktor yang mempengaruhi serta merumuskan indikator kepuasan yang sesuai. Hal ini sejalan dengan tujuan utama organisasi sektor publik, yaitu mewujudkan kesejahteraan masyarakat secara menyeluruh (Nurliani, 2024).

Air adalah elemen yang sangat vital bagi kelangsungan hidup seluruh makhluk di bumi. Ketersediaannya menjadi penentu utama dalam mendukung kehidupan. Seiring pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan wilayah, kebutuhan akan air bersih pun semakin meningkat. Hal ini berpotensi menimbulkan dua permasalahan utama, yakni pemborosan air oleh PDAM dan kekurangan pasokan air di kalangan konsumen. Kedua masalah tersebut umumnya dipengaruhi oleh kondisi cuaca serta tingkat kehilangan air dalam distribusinya (Nurfalinda et al., 2021).

2. Prediksi

Prediksi merupakan suatu proses estimasi terhadap nilai suatu variabel di masa yang akan datang berdasarkan data historis. Data yang digunakan dalam kegiatan prediksi umumnya bersifat kuantitatif. Tujuan utama dari prediksi bukanlah untuk menghasilkan hasil yang pasti, melainkan untuk memperoleh estimasi yang mendekati kondisi aktual di masa mendatang. Istilah prediksi sering kali disinonimkan dengan ramalan atau perkiraan (*forecast*) (Adiguno et al., 2022).

Prediksi digunakan dalam berbagai bidang, seperti ekonomi, bisnis, dan teknologi informasi, untuk membantu pengambilan keputusan yang lebih baik dengan mengantisipasi kemungkinan kejadian di masa depan. Metode yang digunakan dalam prediksi dapat berupa teknik statistik, matematis, atau model yang sesuai dengan konteksnya, seperti metode *time series*, regresi linear, atau algoritma pembelajaran mesin (Rama Samudra et al., 2024).

3. Debit Air

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting dalam menunjang berbagai aktivitas manusia serta memiliki dampak langsung terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup masyarakat. Ketersediaan air bersih tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kualitas kesehatan lingkungan, tetapi juga berperan dalam menurunkan angka penyakit, khususnya penyakit yang berhubungan dengan air, seperti diare dan infeksi kulit. Selain itu, akses terhadap air bersih menjadi salah satu indikator tercapainya standar hidup yang sehat di masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, air harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu agar layak digunakan. Sehubungan dengan itu, pemerintah melalui Badan Usaha Milik Negara (BUMN) membentuk lembaga pengelola air bersih, salah satunya adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), yang bertugas menyediakan dan mendistribusikan air bersih kepada masyarakat secara berkelanjutan (Desvina & Nuraziza, 2022).

4. Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah metode yang andal dan sering digunakan dalam analisis data untuk melakukan peramalan terhadap data deret waktu. Oleh karena itu, fungsi percepatan fatalitas dapat digunakan untuk membentuk model ARIMA guna tujuan peramalan (James dan Tripathi, 2021).

Menurut penelitian (Isnandi et al., 2023) Metode ARIMA merupakan salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam kegiatan prediksi. Pada tahap awal analisis dengan metode ini, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah identifikasi data untuk memastikan bahwa data tersebut bersifat stasioner, karena stasioneritas merupakan asumsi dasar yang harus terpenuhi sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut. Namun, dalam penerapannya, analisis stasioneritas sering kali menjadi tantangan tersendiri bagi para analis.

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) adalah metode peramalan deret waktu yang efektif untuk meramalkan kejadian di masa depan berdasarkan data historis. Metode ini menggabungkan tiga komponen, antara lain:

AR (Autoregressive) merupakan ketergantungan pada nilai masa lalu. I (Integrated) merupakan proses differencing untuk menjadikan data stasioner, sedangkan MA (Moving Average) menggunakan kesalahan (residual) masa lalu dalam model. ARIMA sangat cocok digunakan untuk meramalkan data yang tidak stasioner namun memiliki pola, seperti pemakaian air, harga, atau iklim musiman (Defiyanti et al., 2024).

Model ARIMA dengan membentuk persamaan (1)

$$Y_t = \phi_1.Y_{t-1} + \phi_2.Y_{t-2} + \dots + \phi_p.Y_{t-p} + W_t \quad (1)$$

Deskripsi:

Y_t : Nilai variabel pada waktu ke-t.

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$: Parameter atau koefisien autoregressive yang menunjukkan pengaruh nilai masa lalu terhadap nilai sekarang.

Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots : Volume pemakaian air di bulan-bulan sebelumnya

W_t : nilai error pada bulan ke-t

5. Evaluasi Mean Absolute Error (MAE)

MAE adalah ukuran rata-rata dari selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual. MAE digunakan sebagai metode evaluasi untuk menilai seberapa akurat suatu model statistik dalam melakukan prediksi; semakin kecil nilai MAE, semakin akurat model tersebut dalam memperkirakan nilai sebenarnya (Nurani et al., 2023). Adapun rumus perhitungan MAE adalah sebagai berikut:

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

n : Jumlah bulan yang dihitung dalam evaluasi, pada penelitian ini $n=12$ (Januari–Desember 2025).

Y_t : Volume pemakaian air aktual pada bulan ke- t (m^3), diambil dari data PDAM.

\hat{Y}_t : Hasil prediksi dari model ARIMA untuk bulan tersebut.

Rumus MAE menghitung rata-rata dari selisih absolut antara nilai aktual (Y_t) dan nilai prediksi (\hat{Y}_t) pada setiap periode waktu t . Nilai MAE menunjukkan seberapa besar kesalahan prediksi secara rata-rata tanpa memperhitungkan arah kesalahan (positif atau negatif).

6. Evaluasi Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan dalam proses prediksi suatu data. RMSE menghitung selisih antara nilai aktual dengan nilai prediksi, kemudian menjumlahkan semua selisih tersebut, membaginya dengan jumlah periode prediksi, dan mengambil akar kuadrat dari hasilnya (Tita Lattifia et al., 2022). Rumus perhitungan RMSE dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (3)$$

n : Jumlah bulan yang dihitung dalam evaluasi, pada penelitian ini $n=12$ (Januari–Desember 2025).

Y_t : Volume pemakaian air aktual pada bulan ke- t (m^3), berdasarkan data PDAM.

\hat{Y}_t : Volume pemakaian air hasil prediksi model ARIMA pada bulan ke- t (m^3).

$(Y_t - \hat{Y}_t)^2$: Selisih absolut antara nilai aktual dan prediksi

RMSE merupakan metode evaluasi hasil prediksi yang digunakan untuk mengukur seberapa besar kesalahan antara nilai yang diprediksi oleh model dan nilai aktual dari data.

7. Evaluasi Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan metode evaluasi hasil prediksi yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi model dengan membandingkan data aktual terhadap data hasil prediksi menggunakan data historis. Menurut Almumtazah et al. (2021) tingkat keakuratan dapat ditentukan dengan menghitung selisih antara data aktual dan data prediksi melalui metode MAPE. Semakin kecil nilai MAPE, maka tingkat akurasi model semakin tinggi. Dengan kata lain, metode yang digunakan memiliki kemampuan prediksi yang baik. Adapun rumus perhitungan MAPE adalah sebagai Berikut:

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \quad (4)$$

\hat{Y}_i : Volume pemakaian air hasil prediksi model ARIMA pada bulan ke-
i (m^3)

Y_i : Volume pemakaian air aktual pada bulan ke-i (m^3), diambil dari data
PDAM

n: Jumlah bulan yang dihitung dalam evaluasi, pada penelitian ini n=12
(Januari–Desember 2025).

$\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i}$: Kesalahan relatif prediksi terhadap nilai aktual pada bulan ke-i.

MAPE merupakan salah satu metrik evaluasi yang paling umum
digunakan untuk mengukur tingkat akurasi suatu model peramalan.

8. Time Series

Time series atau deret waktu adalah sekumpulan data yang tersusun
secara kronologis berdasarkan waktu. Data ini menggambarkan hasil
pengamatan terhadap suatu variabel pada periode-periode waktu tertentu,
seperti harian, mingguan, bulanan, hingga tahunan. Urutan waktu dalam
deret ini sangat penting karena menjadi dasar dalam analisis pola, tren, dan
perilaku variabel dari waktu ke waktu.

Pengamatan dalam deret waktu dilakukan secara berkala dengan
frekuensi yang tetap, sehingga memungkinkan untuk mengidentifikasi
pola-pola yang berulang seperti musiman, tren jangka panjang, atau
fluktuasi acak. Analisis deret waktu sering digunakan dalam berbagai
bidang, seperti ekonomi, keuangan, cuaca, dan pengelolaan sumber daya,
untuk membuat prediksi berdasarkan data historis yang tersedia
(Tanuwidjaja & Widjaja, 2022). Contoh data time series antara lain:

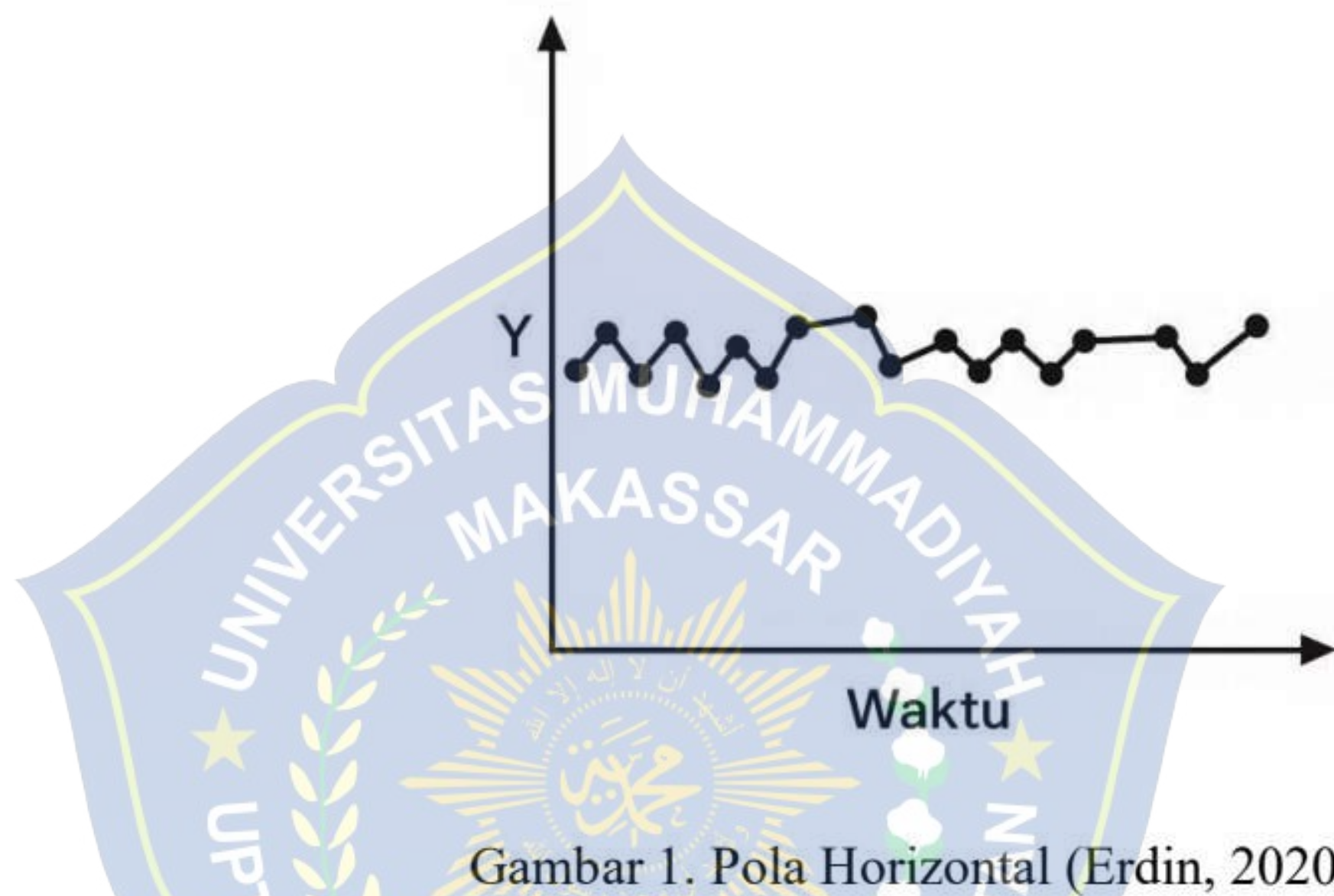
- a. Volume pemakaian air pelanggan PDAM perbulan
- b. Jumlah sambungan rumah baru PDAM per triwulan
- c. Rata-rata tekanan air dalam jaringan distribusi setiap minggu

9. Pola Data Time Series

Menurut Erdin, (2020) pola data time series terdapat empat pola yaitu:

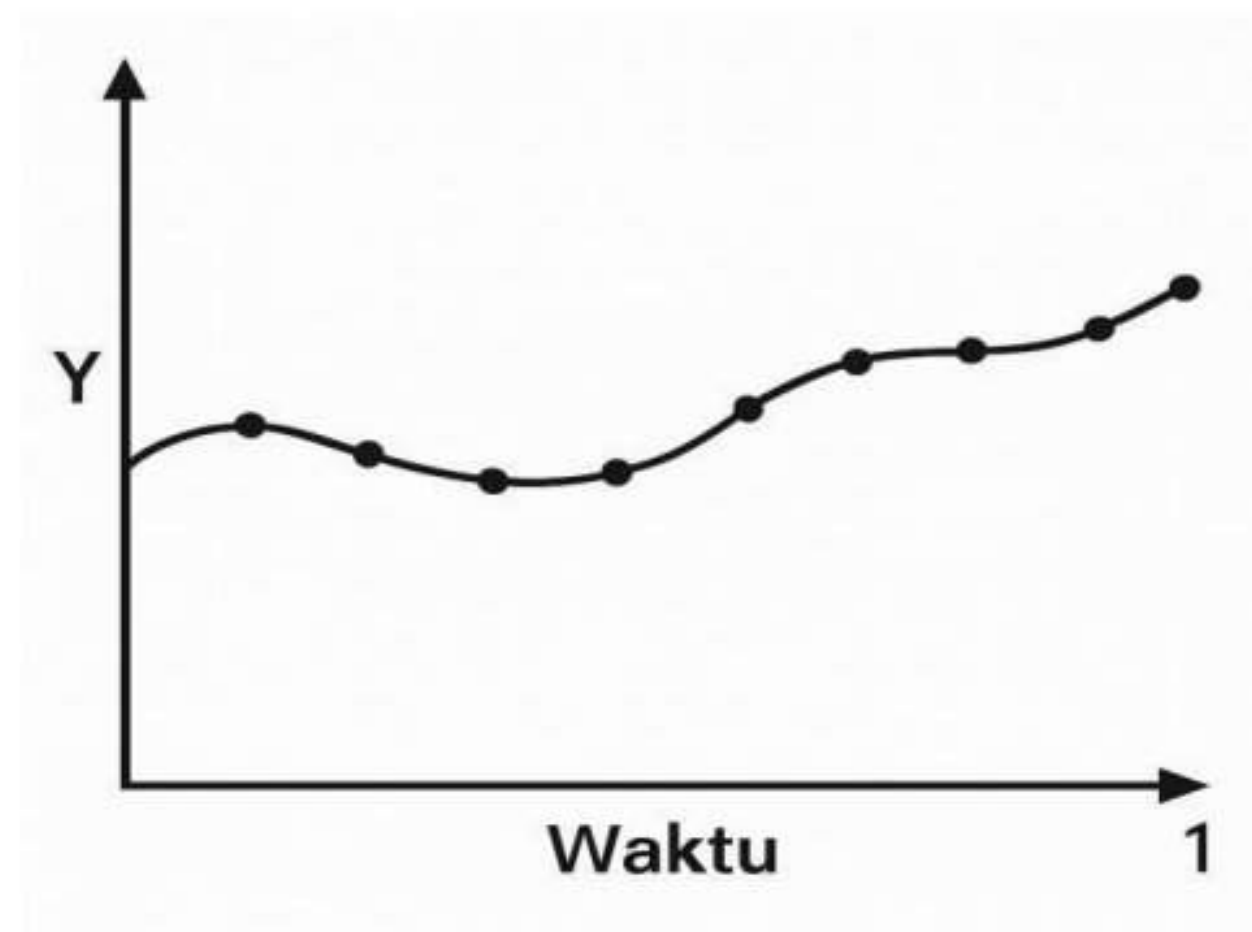
a. Pola Horizontal

Pola data yang mengandung unsur horizontal adalah pola data yang berfluktuasi di sekitar rata-rata atau secara umum pola ini disebut pola konstan yang berarti pola ini tidak memiliki trend yang meningkat ataupun menurun secara sistematis sepanjang waktu. Ilustrasi pola horizontal ditampilkan pada gambar 1.



b. Pola Trend

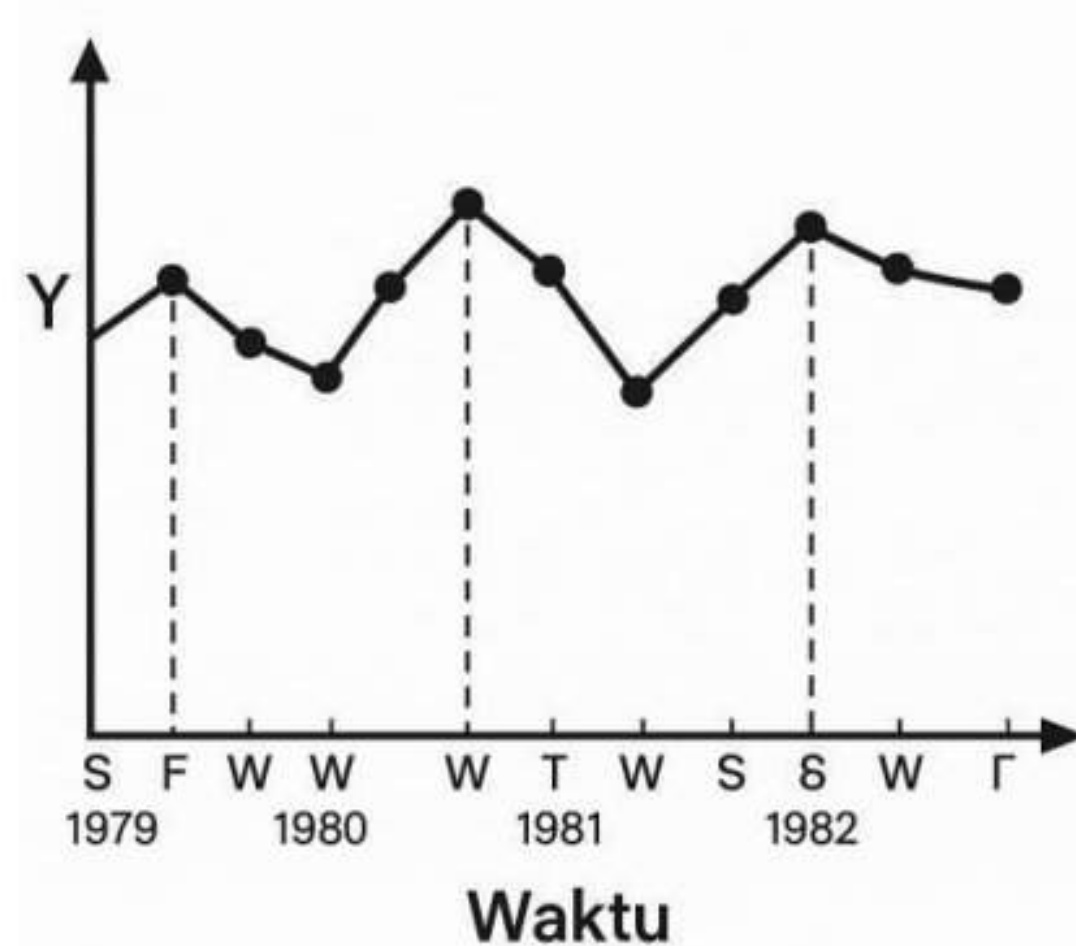
Pola data yang mengandung trend memiliki gerakan jangka panjang yang menunjukkan adanya kecenderungan naik atau turun secara keseluruhan. Gerakan ini biasanya membentuk garis halus atau kurva yang mencerminkan arah umum dari data berkala. Ilustrasi pola trend ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Pola Trend (Erdin, 2020)

c. Pola Musiman

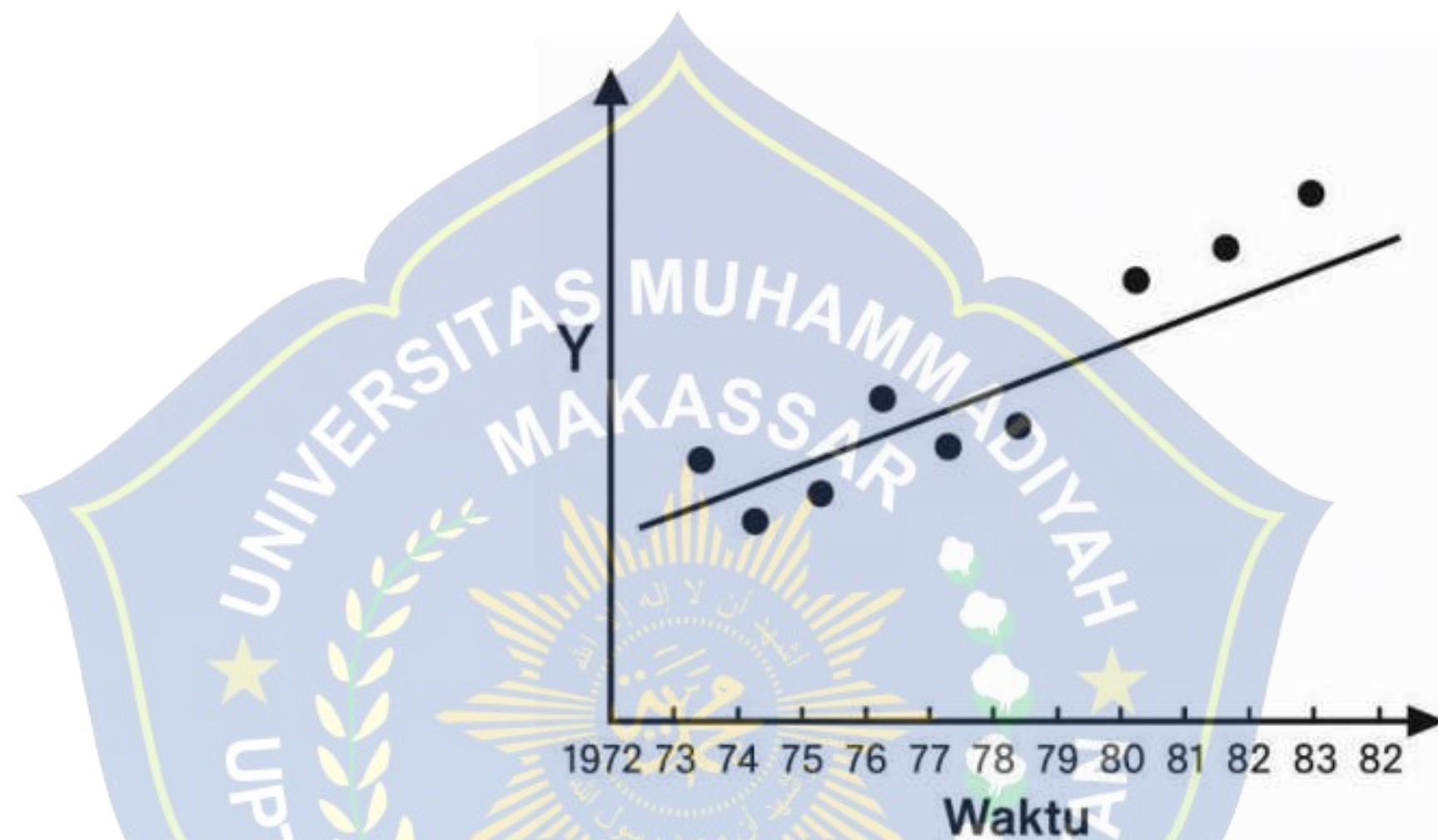
Pola musiman adalah pola dalam data berkala yang menunjukkan perilaku berulang secara teratur dalam jangka pendek, seperti bulanan atau tahunan. Pola ini disebabkan oleh faktor musiman seperti cuaca, kebiasaan konsumen, atau peristiwa tahunan. Ciri khasnya adalah fluktuasi yang konsisten dan terjadi pada interval waktu yang tetap. Mengidentifikasi pola musiman penting dalam peramalan karena membantu meningkatkan akurasi prediksi dengan memisahkan komponen musiman dari tren dan variasi acak. Ilustrasi pola musiman ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pola Musiman (Erdin, 2020)

d. Pola Siklis

Pola siklis menggambarkan pergerakan naik turun data yang terjadi di sekitar garis tren dalam jangka panjang. Pola ini dapat berulang setiap beberapa tahun, seperti 3 atau 5 tahun, namun tidak selalu memiliki interval waktu yang tetap. Fluktuasi ini umumnya dipengaruhi oleh faktor ekonomi atau kondisi eksternal lain yang tidak bersifat musiman. Ilustrasi pola horizontal ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Pola Siklis (Erdin, 2020)

10. Kecamatan Tamalate

Tamalate awalnya merupakan sebuah kecamatan di Kabupaten Gowa. Pembentukannya sendiri pada tahun 1960 setelah Pemerintah Indonesia menetapkan reorganisasi distrik menjadi kecamatan di seluruh wilayah Indonesia.

Kecamatan Tamalate memiliki topografi wilayah berbentuk dataran rendah. Ketinggian permukaan tanah di Kecamatan Tamalate berkisar antara 1-6 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Tamalate memiliki wilayah dengan pantai berpasir. Kawasa pantai di Kecamatan Tamalate memanjang sekitar 42 km. Pantainya melebar sepanjang 10-30 meter dengan kelandaian sebesar 3%. Posisi pantai di Kecamatan Tamalate dipengaruhi oleh sedimentasi pasir halus dari Sungai Jeneberang sehingga

cenderung mengarah maju ke laut.

B. Penelitian Terkait

Peneliti mendapatkan banyak referensi dari penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagaimana di tampilkan pada tabel 1:

Tabel 1. Penelitian Terkait

No	Penelitian	Kontribusi
1.	Prediksi Pendistribusian Air di PDAM Tirta Kepri Tanjungpinang dengan ANFIS (Nurfalinda et al., 2021)	Kontribusi pada pemodelan prediksi berbasis AI, tetapi tidak mempertimbangkan pola deret waktu secara statistik
2.	Prediksi Saham Telkom dengan Metode ARIMA (Faisal, 2021).	Mengembangkan model ARIMA untuk memprediksi harga saham Telkom. Hasil prediksi menjadi acuan strategi investasi jangka pendek bagi investor.
3.	Prediksi Harga Saham BBKA Menggunakan LSTM dan GRU(Hariyanti et al., 2025)	Fokus pada prediksi pasar saham, bukan utilitas publik seperti PDAM
4.	Peramalan Jumlah Penyediaan Air Bersih oleh PDAM di Kabupaten Gowa Tahun 2020 dengan Metode ARIMA (Erdin, 2020).	Menggunakan ARIMA untuk memprediksi kebutuhan air bersih masyarakat Gowa. Hasil peramalan digunakan sebagai dasar perencanaan pelayanan PDAM.

-
5. Peramalan Penyebaran Menggunakan model ARIMA untuk Jumlah Kasus Virus meramalkan kasus harian Covid-19. Dengan Covid-19 Provinsi Jawa MAPE 4,88%, model ini menunjukkan akurasi Tengah dengan Metode tinggi dan menunjukkan tren penurunan kasus. ARIMA (Rachmawati, 2020).
-

Penelitian yang akan di lakukan

1. Prediksi pemakaian air Melakukan prediksi pemakaian air bulanan bulanan di PDAM di Kecamatan Tamalate menggunakan kecamatan tamalate metode ARIMA berdasarkan data historis. menggunakan metode Penelitian ini memberikan kontribusi dalam ARIMA (Nur annisa membantu PDAM memahami pola Syarifuddin, 2025) konsumsi air pelanggan secara periodik dan menjadi acuan dalam perencanaan distribusi air yang lebih efisien dan berbasis data.
-

Penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa metode ARIMA efektif digunakan dalam berbagai bidang antara lain. Melyani et al. (2021) berhasil meramalkan inflasi Indonesia dengan model ARMA, selanjutnya Faisal (2021) dan Rusyida dan Pratama (2020) menggunakan ARIMA untuk memprediksi harga saham Telkom dan Garuda Indonesia sebagai acuan strategi investasi. Pada bidang pelayanan publik, Erdin (2020) menerapkan ARIMA untuk meramalkan kebutuhan air bersih di Kabupaten Gowa, terakhir Rachmawati (2020) menggunakan ARIMA untuk memprediksi kasus harian Covid-19 dengan akurasi tinggi. Penelitian-penelitian tersebut membuktikan bahwa ARIMA merupakan metode yang andal dalam peramalan data deret waktu.

Namun, topik mengenai prediksi pemakaian air bersih oleh pelanggan secara periodik, khususnya pada tingkat wilayah yang lebih kecil seperti kecamatan. Sebagian besar studi masih berfokus pada skala yang lebih luas atau

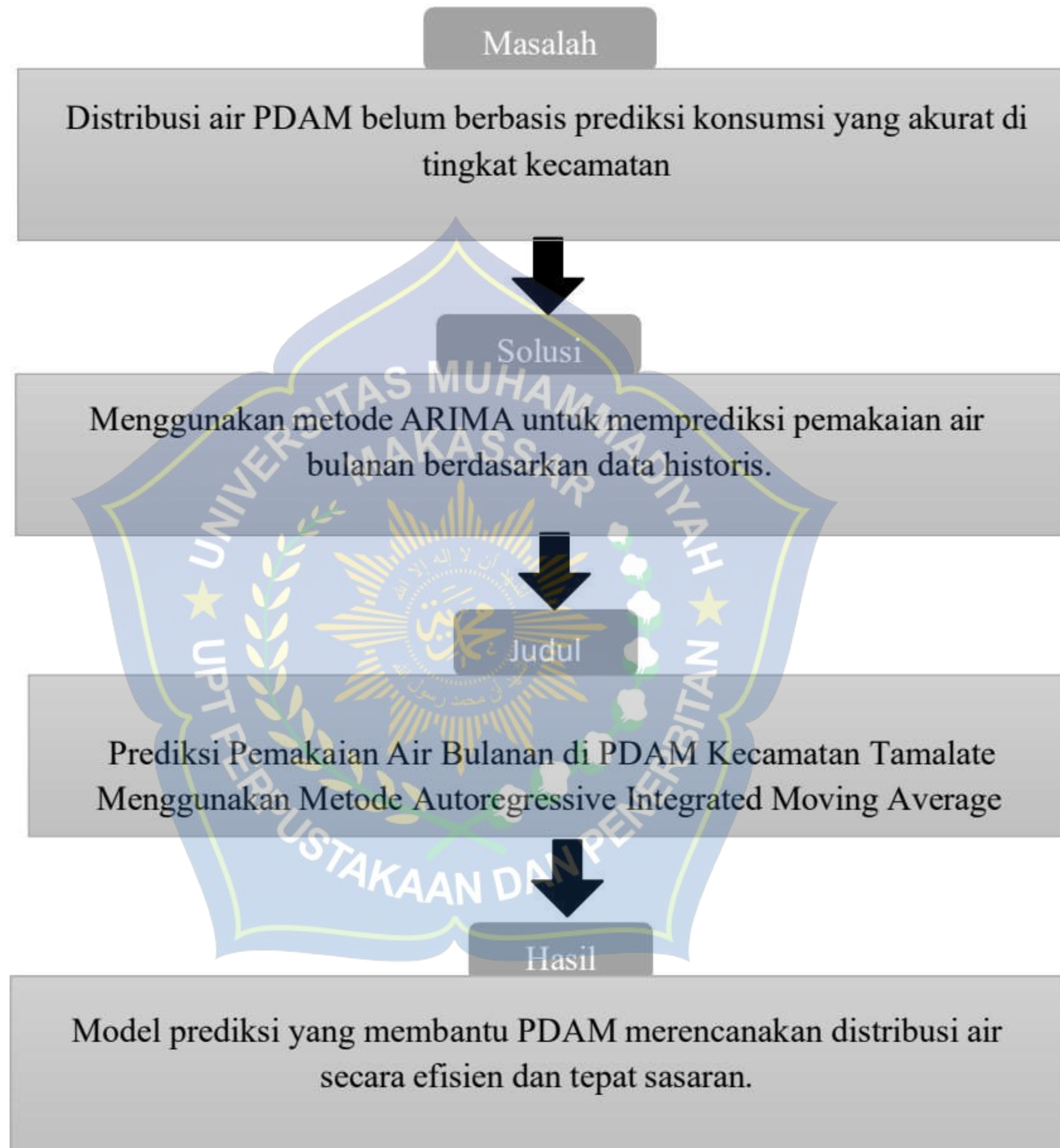
pada aspek penyediaan, bukan konsumsi aktual. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan akan penelitian yang lebih terfokus pada perilaku konsumsi air di tingkat lokal sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan distribusi air yang lebih efisien.

Penelitian ini fokus pada prediksi pemakaian air bulanan di PDAM Kecamatan Tamalate menggunakan metode ARIMA. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang cenderung berskala luas dan kurang memperhatikan pola konsumsi di tingkat lokal, penelitian ini menyajikan pendekatan yang lebih spesifik dan aplikatif untuk membantu PDAM dalam perencanaan distribusi air yang lebih efisien.



C. Kerangka Pikir

Kerangka pikir adalah struktur logis yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antar konsep atau variabel yang terlibat dalam suatu penelitian atau proyek. Kerangka pikir pada penelitian ini ditampilkan pada gambar 5



Gambar 5. Kerangka pikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PDAM Kota Makassar, khususnya pada wilayah pelayanan Kecamatan Tamalate, yang dipilih karena memiliki data historis pemakaian air yang lengkap dan representatif. Penelitian ini dilaksanakan di Jl. DR. Ratulangi No.3, Mangkura, Kec. Ujung Pandang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90154. Adapun waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Mei sampai bulan Juli.

B. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Kebutuhan Hardware (Perangkat Keras)
 - a. Laptop Asus RAM 8 GB
 - b. AMD Ryzen 3 3250U
 - c. HP Oppo Reno 4f
2. Kebutuhan software (perangkat lunak)
 - a. Visual Studio code
 - b. Python
 - c. Excel
 - d. OS Windows 10

C. Variabel dan Definisi Operasional Variabel

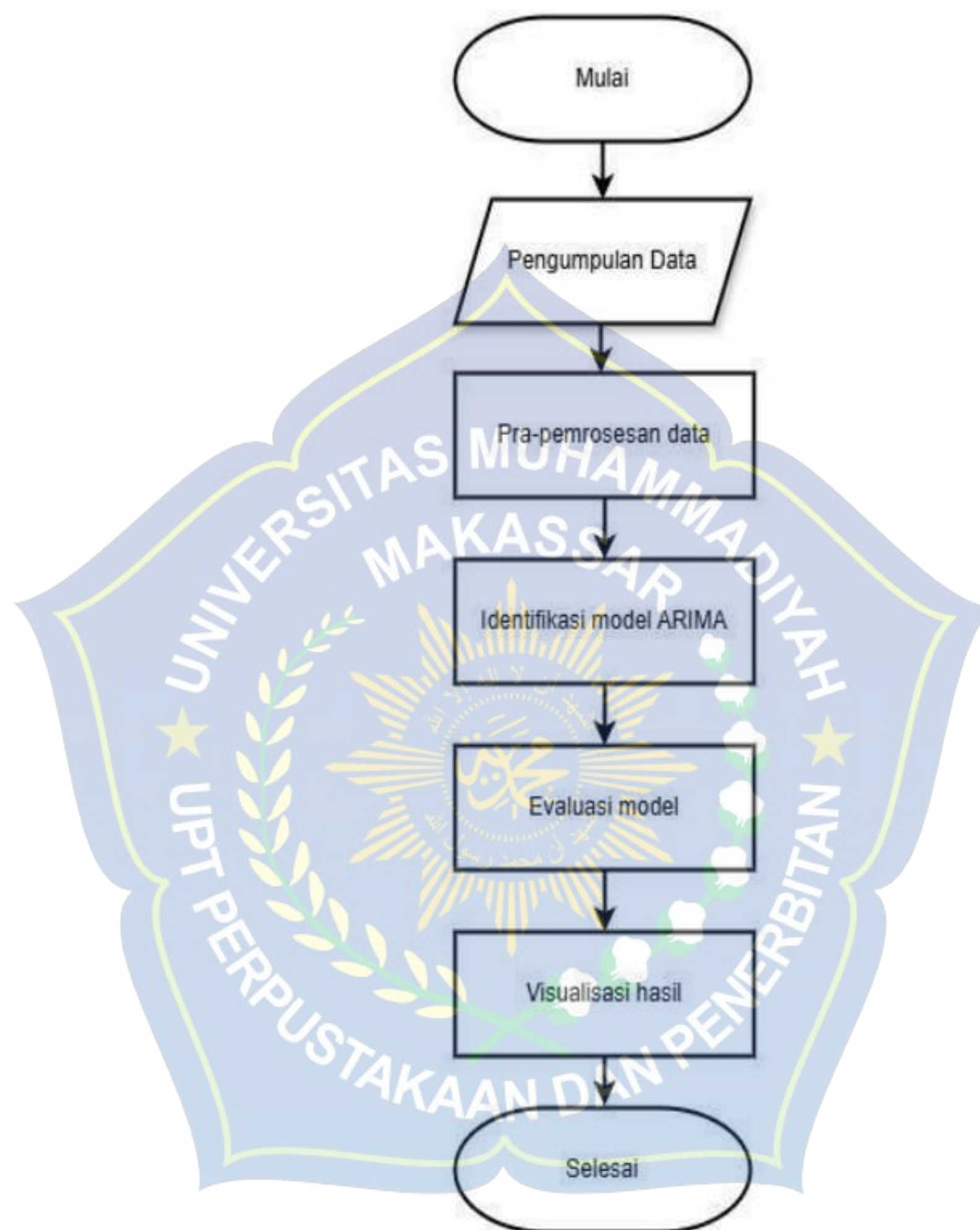
Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel jumlah pelanggan, golongan tarif pelanggan, pemakaian air (X) di Kecamatan Tamalate, yang dinyatakan dalam satuan meter kubik (m³).

D. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah proses penyusunan komponen-komponen sistem secara terstruktur untuk membentuk suatu sistem yang mampu menjalankan fungsi atau tugas tertentu sesuai dengan kebutuhan. Dalam proses ini, perancang sistem menentukan bagaimana data akan diolah, alur kerja sistem, serta perangkat lunak atau perangkat keras yang akan digunakan. Tujuan utama dari perancangan sistem adalah untuk menghasilkan

rancangan yang jelas, efisien, dan mudah diimplementasikan. Ilustrasi perancangan sistem ditampilkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Tahapan Perancangan Sistem



Pada gambar flowchart di atas, ditampilkan alur kerja sistem prediksi pemakaian air bulanan menggunakan metode ARIMA. Flowchart ini menggambarkan langkah-langkah utama dalam proses analisis data time series, yang dirancang untuk membantu memprediksi kebutuhan air di wilayah PDAM Kecamatan Tamalate.

Berikut penjelasan detail mengenai setiap tahapan yang terdapat dalam flowchart tersebut:

1. Pengumpulan data

Langkah ini merupakan dasar utama dalam perancangan sistem prediksi. Pada tahap ini, data historis pemakaian air bulanan dikumpulkan dari PDAM Tamalate. Data ini harus mencakup periode waktu yang cukup panjang dan konsisten, misalnya dataset historis berupa nilai pemakaian air per bulan dalam satuan m^3 selama 3 tahun terakhir. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk memperoleh informasi yang valid dan reliabel sebagai input utama dalam model ARIMA.

2. Pra-pemrosesan Data

Langkah ini dilakukan untuk mempersiapkan data agar layak dan sesuai untuk dianalisis menggunakan metode time series. Tahapan ini meliputi pemeriksaan dan penanganan data yang hilang, konversi format tanggal ke format deret waktu (time series), serta transformasi nilai bila diperlukan, seperti melakukan *differencing* untuk menjadikan data stasioner. Keberhasilan tahap ini sangat berpengaruh terhadap keakuratan hasil model, karena data yang tidak bersih atau tidak memenuhi syarat statistik akan menghasilkan prediksi yang tidak valid.

3. Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi model ARIMA dengan menentukan nilai parameter p , d , dan q melalui uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) dan analisis grafik ACF serta PACF. Setelah parameter ditentukan, model ARIMA dibangun dan dilatih menggunakan data yang telah diproses.

4. Evaluasi model

Evaluasi model, yang menggunakan metrik statistik seperti MAE, RMSE, dan MAPE untuk mengukur tingkat akurasi prediksi dan memeriksa validitas model melalui analisis residual.

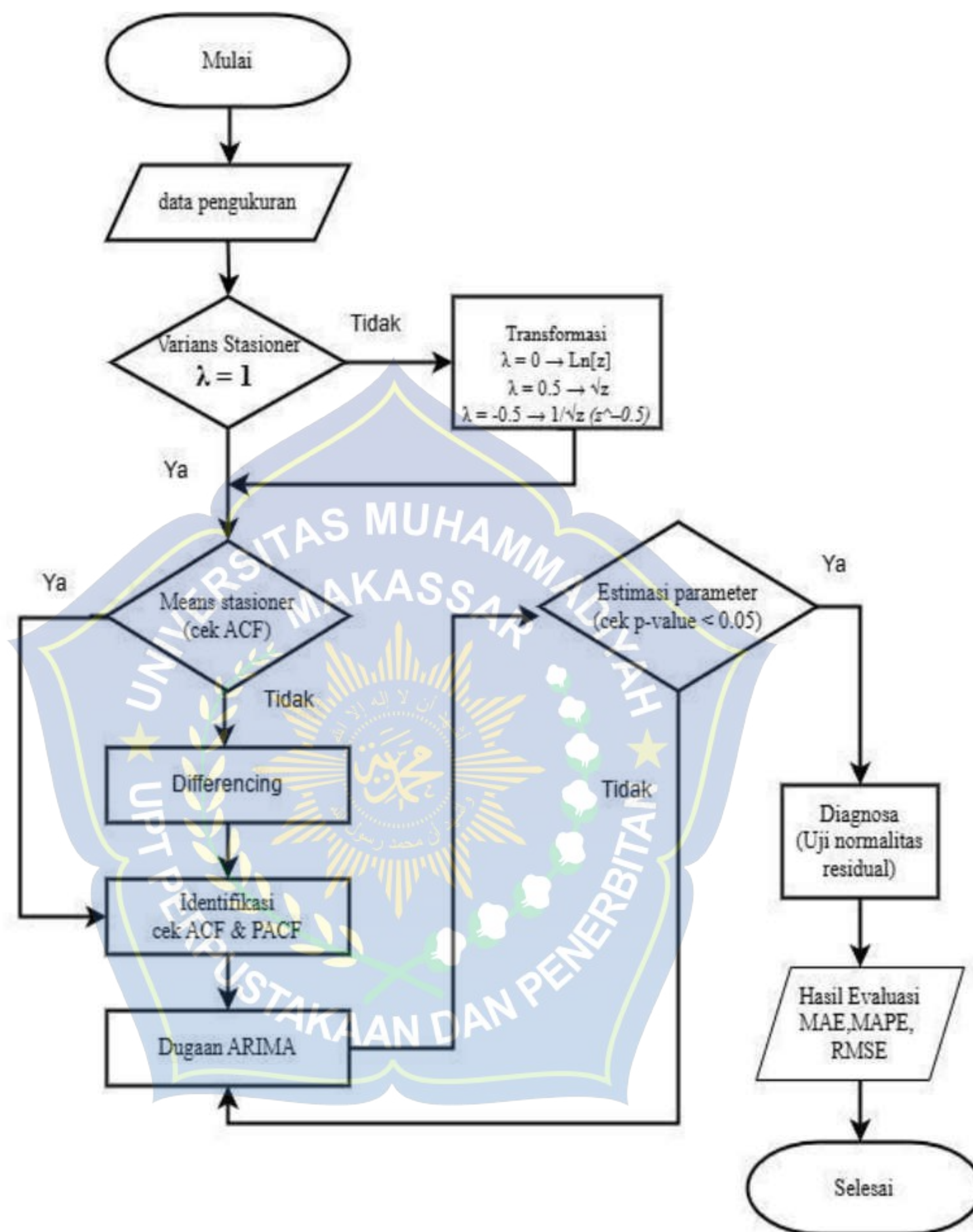
5. Visualisasi hasil

Setelah model dievaluasi dan dinyatakan layak, hasil prediksi akan ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel. Visualisasi ini biasanya menyajikan perbandingan antara data aktual dan data prediksi agar pengguna dapat melihat secara langsung seberapa dekat hasil prediksi dengan kenyataan. Grafik seperti line chart digunakan untuk menampilkan tren, pola musiman, dan kemungkinan lonjakan konsumsi air. Visualisasi ini sangat membantu bagi pihak PDAM dalam menyusun strategi distribusi air dan mengantisipasi kebutuhan di masa mendatang.

6. Selesai

Setelah model terbukti layak, dilakukan proses prediksi terhadap pemakaian air enam bulan ke depan. Hasil prediksi ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mempermudah perbandingan antara nilai aktual dan prediksi. Terakhir, tahap penyelesaian dilakukan dengan menyimpulkan hasil dan menyiapkan model untuk diterapkan dalam mendukung perencanaan distribusi air PDAM secara efisien dan berbasis data.

Secara keseluruhan penerapan Metode ARIMA pada studi kasus prediksi volume air bulanan pada PDAM kecamatan Tamalate di ilustrasikan pada gambar 7



Gambar 7. Flowchart penerapan metode ARIMA

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah implementasi metode ARIMA untuk memprediksi pemakaian air bulanan berdasarkan data historis. Proses ini dimulai Alur kerja penelitian ini diawali dengan tahap pengumpulan data, yakni proses memperoleh data historis pemakaian air bulanan dari PDAM Kecamatan Tamalate. Data historis tersebut berfungsi sebagai dasar utama dalam membangun model prediksi

berbasis deret waktu. Setelah data terkumpul, dilakukan pra-pemrosesan data, meliputi pembersihan data dari nilai hilang (*missing value*), penghapusan *outlier*, konversi data ke format deret waktu, serta penyesuaian struktur dataset agar sesuai dengan kebutuhan analisis statistik.

Tahap selanjutnya adalah pengujian stasioneritas data. Uji ini bertujuan memastikan bahwa rata-rata, varians, serta kovarians data tidak berubah sepanjang waktu, sesuai dengan asumsi dasar model ARIMA. Pengujian dilakukan menggunakan uji statistik formal seperti *Augmented Dickey-Fuller (ADF)* serta analisis visual. Apabila hasil uji menunjukkan bahwa data sudah stasioner (Ya), maka proses berlanjut ke tahap identifikasi model. Sebaliknya, apabila data masih tidak stasioner (Tidak), maka dilakukan transformasi, misalnya dengan metode *differencing*, hingga data memenuhi kriteria stasioner.

Setelah data dinyatakan stasioner, dilakukan identifikasi model ARIMA. Identifikasi parameter p , d , dan q dilakukan dengan menganalisis grafik *Autocorrelation Function (ACF)* dan *Partial Autocorrelation Function (PACF)*. Nilai d ditentukan berdasarkan jumlah proses *differencing*, sedangkan nilai p dan q ditentukan dari pola autokorelasi yang signifikan pada grafik ACF dan PACF. Parameter tersebut selanjutnya digunakan untuk membangun model ARIMA.

Tahap berikutnya adalah evaluasi model, yang dilakukan melalui analisis residual. Residual didefinisikan sebagai selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi. Model dinyatakan layak apabila residual menyebar secara acak di sekitar nol dan tidak menunjukkan adanya pola tertentu. Jika hasil analisis menunjukkan bahwa residual bersifat acak (YA), maka model dapat diterima dan digunakan untuk prediksi. Namun, jika residual tidak acak (TIDAK), maka model belum valid sehingga perlu dilakukan proses kembali ke tahap identifikasi model dengan penyesuaian parameter.

Setelah diperoleh model yang valid, dilakukan evaluasi akurasi model menggunakan metrik statistik yaitu *Mean Absolute Error (MAE)*, *Root Mean Square Error (RMSE)*, dan

Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metrik ini digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan dan akurasi hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual.

Tahap akhir adalah visualisasi hasil prediksi dalam bentuk grafik dan tabel. Grafik menampilkan perbandingan antara data historis, hasil prediksi, serta interval kepercayaan, sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai kecenderungan konsumsi air di masa depan. Dengan demikian, flowchart ini menggambarkan proses yang sistematis dan iteratif, di mana setiap keputusan jika (Ya) mengarahkan proses ke tahap berikutnya, sedangkan jika (Tidak) mengarahkan proses kembali ke tahap sebelumnya untuk dilakukan perbaikan model.



terlebih dahulu untuk memastikan sifat stasioneritas yaitu kestabilan karakteristik statistik data seperti rata-rata, varians, dan kovarians sepanjang waktu.

Pemeriksaan stasioneritas dilakukan melalui analisis visual grafik runtun waktu dan pengujian statistik. Jika data tidak memenuhi sifat stasioner, maka dilakukan proses transformasi seperti logaritma atau akar kuadrat, dan/atau teknik differencing, yaitu mengurangi nilai saat ini dengan nilai sebelumnya untuk menghilangkan tren yang bersifat non-stasioner.

Setelah data dinyatakan stasioner, tahap berikutnya adalah identifikasi parameter model ARIMA, yaitu nilai p (*autoregressive*), d (*differencing*), dan q (*moving average*). Langkah selanjutnya adalah membangun model ARIMA berdasarkan parameter yang telah diidentifikasi. Model ini kemudian dievaluasi melalui diagnosis residual untuk memastikan bahwa sisa (residual) dari model bersifat acak dan tidak mengandung pola. Jika model telah memenuhi kriteria kelayakan, maka dilakukan proses prediksi pemakaian air untuk periode selanjutnya.

Hasil prediksi kemudian disajikan dalam bentuk visualisasi grafik untuk memudahkan interpretasi dan analisis. Dengan demikian, seluruh proses implementasi metode ARIMA telah dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur sesuai kaidah analisis deret waktu.

E. Teknik Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana model yang dibangun dapat menghasilkan prediksi yang akurat, stabil, dan dapat diandalkan. teknik pengujian sistem mencakup dua aspek utama:

1. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas digunakan untuk menguji apakah rata-rata (mean) data berubah seiring waktu. Jika nilai $p\text{-value} < 0.05$, maka data stasioner pada rata-rata.

2. Diagnosa Model

Diagnosa Model Menguji apakah residual (selisih prediksi dan nilai sebenarnya) bersifat acak atau tidak. Residual yang acak menunjukkan bahwa model sudah menangkap pola dengan baik.

3. Visualisasi hasil prediksi

Pada bagian ini hasilnya akan berbebeentuk Plot Data Aktual vs Prediksi serta Grafik garis yang membandingkan hasil prediksi dengan nilai asli. Jika grafik mendekati satu sama lain, prediksi akurat.

F. Teknik Analisis Data

a. Analisis Deskriptif

Teknik analisis deskriptif digunakan untuk mengamati pola umum dalam data deret waktu. Mengidentifikasi adanya tren jangka panjang, fluktuasi, atau pola musiman. Visualisasi dilakukan dengan grafik deret waktu untuk melihat perilaku data secara keseluruhan.

b. Evaluasi Akurasi Model

Proses evaluasi Akurasi model diukur menggunakan tiga metrik utama yaitu:

- 1) Mean Absolute Percentage Error (MAPE)
- 2) Mean Absolute Error (MAE)
- 3) Root Mean Square Error (RMSE)

c. Validasi Model

Model yang telah terbentuk diuji kembali menggunakan data uji (test set). Tujuannya untuk menilai performa model dalam memprediksi data di luar sampel pelatihan. Hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual untuk menilai kemampuan generalisasi model.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Dataset

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data pemakaian air bulanan pelanggan PDAM Kecamatan Tamalate dari tahun 2022 hingga 2024. Data ini mencakup informasi jumlah pemakaian air (dalam m³) setiap bulan, yang diperoleh langsung dari PDAM Kota Makassar. Data terdiri dari 36 bulan observasi dan digunakan sebagai dasar dalam membangun model prediksi menggunakan metode ARIMA. Adapun data yang di peroleh di PDAM kota makassar dapat di lihat pada tabel 3:

Tabel 3. *Dataset* PDAM

No.	bulan	Golongan tarif	jumlah pelanggan	pemakaian air	tahun
1	1	I1	1	25	2022
2	1	K5	1	11.786	2022
3	1	N1	1,218	28.374	2022
4	1	N2	35	2.382	2022
5	1	N3	7	1.220	2022
6	1	N4	4	7.928	2022
7	1	R1	101	2.782	2022
8	1	R10	90	33.605	2022
9	3	R3	3,588	68.615.67	2022
10	1	K5	1	12.717	2023
11	2	K5A	1	11.348	2023
12	3	N1	1289	28.017	2023
13	1	N2	35	3.395	2024
14	2	N1	1352	38.613	2024
....
730	12	S3	38	3.383	2.024

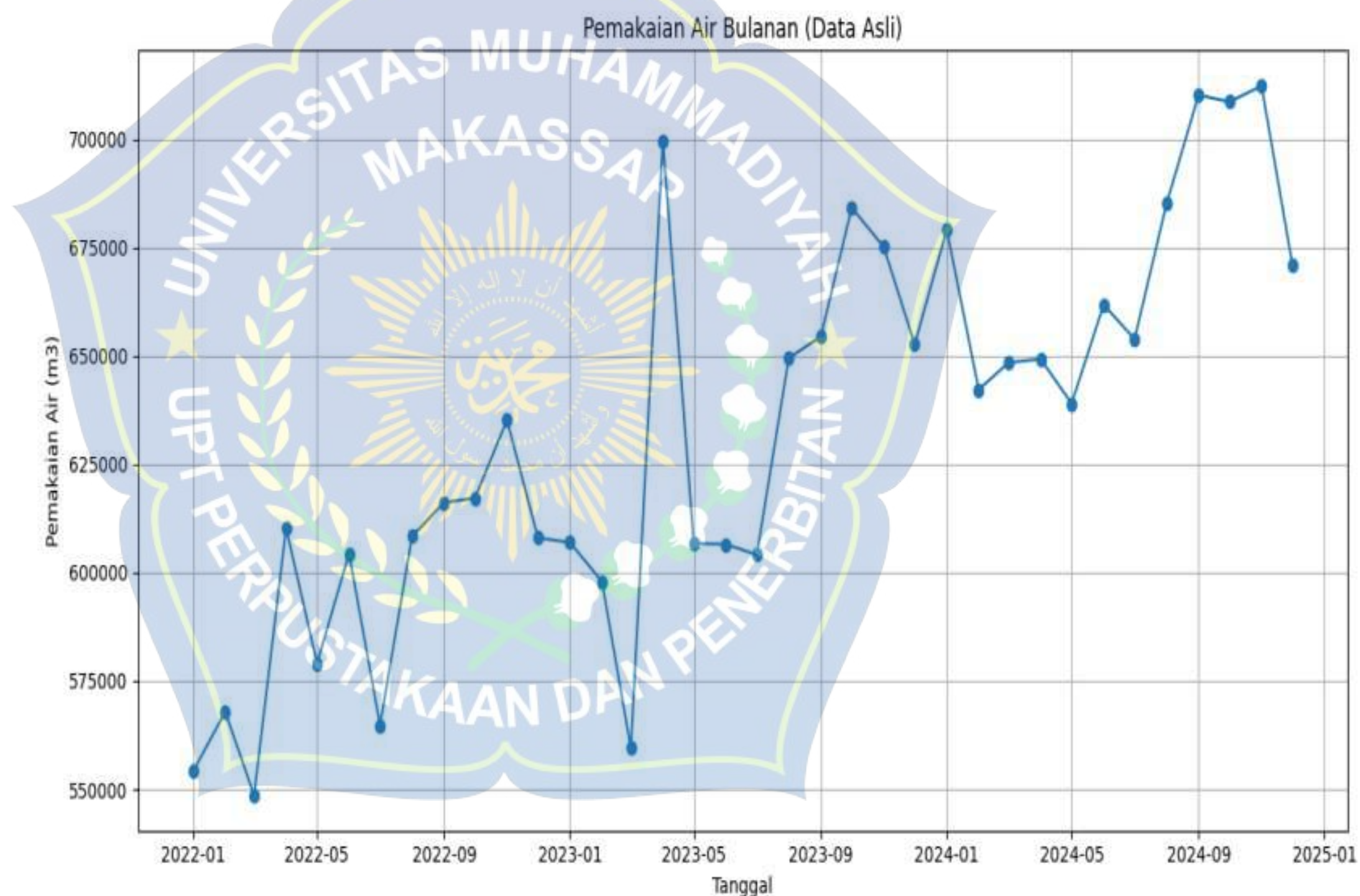
Dalam penelitian ini, digunakan sistem pengkodean untuk merepresentasikan indikator, kategori, dan variabel tertentu guna mempermudah proses klasifikasi dan analisis data. Kode I1 mengacu pada indikator awal yang digunakan sebagai dasar pengukuran. Kode K5 dan K5A merepresentasikan kategori utama dan subkategori, yang dapat menggambarkan jenis pelanggan atau kelompok wilayah layanan. Kode N1 hingga N4 menunjukkan tingkat atau nilai pada suatu variabel ordinal, seperti tingkat konsumsi atau kepuasan pelanggan.

Selanjutnya, kode R1, R3, dan R10 digunakan untuk mengidentifikasi wilayah, responden, atau unit observasi tertentu, sementara S3 mengacu pada skenario atau status tertentu dalam perencanaan distribusi air. Sistem pengkodean ini penting untuk memastikan konsistensi, efisiensi, serta kemudahan interpretasi data dalam penyusunan model prediktif dan perumusan kebijakan berbasis data.

Tabel 3 menunjukkan struktur data yang digunakan dalam penelitian ini, yang terdiri dari 730 baris dengan 5 atribut utama, yaitu bulan, golongan tarif, jumlah pelanggan, pemakaian air, dan tahun. Setiap baris mewakili catatan pemakaian air bulanan berdasarkan golongan tarif pelanggan PDAM Kecamatan Tamalate. Untuk analisis ARIMA, data ini diolah dengan menjumlahkan pemakaian air dari seluruh golongan per bulan, menghasilkan total 36 data bulanan dari Januari 2022 hingga Desember 2024.

B. Uji Stasioneritas

Langkah awal dalam analisis deret waktu, diperlukan eksplorasi terhadap karakteristik data historis guna memahami pola yang terkandung di dalamnya. Langkah ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya tren, fluktuasi musiman, serta kestabilan nilai tengah (mean) dan varians, yang merupakan syarat penting dalam penerapan model ARIMA. Gambar 8 berikut menyajikan visualisasi data asli pemakaian air pelanggan PDAM di Kecamatan Tamalate selama periode Januari 2022 hingga Desember 2024.



Gambar 8. Data asli

Gambar 8 menunjukkan data pemakaian air bulanan dalam satuan meter kubik (m³). Berdasarkan grafik, terlihat bahwa volume pemakaian air berada pada kisaran sekitar 420.000 m³ hingga lebih dari 700.000 m³. Pada awal periode (Januari–Desember 2022), pemakaian air relatif stabil di rentang 420.000–480.000 m³ per bulan. Namun, pada Februari hingga Maret 2023, terjadi lonjakan yang sangat signifikan hingga mencapai lebih dari 700.000

m³, yang merupakan nilai tertinggi dalam periode pengamatan. Setelah itu, terjadi penurunan tajam ke angka sekitar 500.000 m³, yang kemudian diikuti oleh tren kenaikan bertahap hingga akhir 2024, di mana pemakaian air konsisten berada di atas 600.000 m³.

Pola-pola tersebut mengindikasikan bahwa data memiliki tren jangka panjang serta perubahan dalam varians, yang mengarah pada karakteristik non-stasioneritas. Hal ini ditunjukkan oleh pergeseran nilai rata-rata dan penyebaran data yang tidak konstan sepanjang waktu. Karakteristik seperti ini tidak memenuhi asumsi dasar dalam model ARIMA, yang mengharuskan data bersifat stasioner agar estimasi parameter dapat dilakukan secara valid dan hasil peramalan menjadi lebih akurat. Oleh karena itu, diperlukan uji statistik formal untuk mengonfirmasi sifat stasioneritas data.

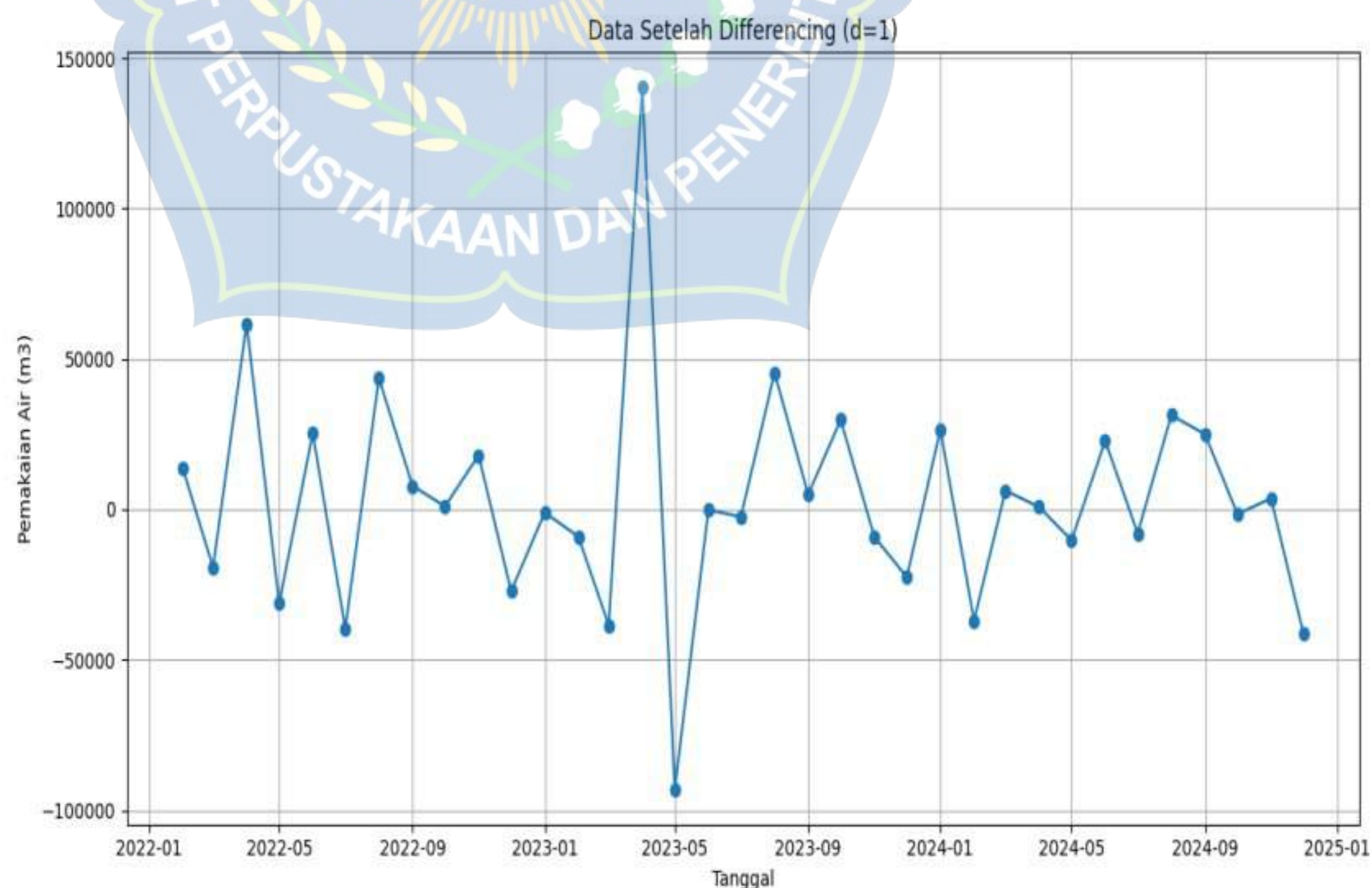
Pengujian stasioneritas dilakukan menggunakan metode Augmented Dickey-Fuller (ADF) terhadap data asli. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai p-value sebesar 0,4198, yang secara signifikan lebih tinggi dari ambang batas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol (bahwa data mengandung akar unit atau bersifat non-stasioner) tidak dapat ditolak. Dengan demikian, data dalam kondisi awal tidak dapat langsung digunakan dalam pemodelan ARIMA. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan proses transformasi data berupa differencing sebanyak satu kali ($d = 1$) guna menghilangkan komponen tren dan menstabilkan varians.

Setelah dilakukan differencing, data kembali diuji menggunakan ADF dan diperoleh nilai p-value yang sangat kecil (mendekati nol). Hasil ini menunjukkan bahwa data telah menjadi stasioner secara statistik. Dengan kata lain, nilai rata-rata dan varians telah konstan sepanjang waktu. Oleh karena itu, data hasil differencing tersebut dianggap telah memenuhi syarat untuk digunakan dalam pemodelan deret waktu menggunakan metode ARIMA.

Transformasi ini merupakan langkah krusial agar model yang dibangun dapat menghasilkan peramalan yang valid, akurat, dan dapat diandalkan.

C. Data Differencing

Hasil analisis awal terhadap data deret waktu pemakaian air bulanan di PDAM Kecamatan Tamalate, diketahui bahwa data bersifat tidak stasioner karena menunjukkan pola tren naik atau turun yang menyebabkan rata-rata dan varians tidak konstan sepanjang waktu, sehingga tidak memenuhi asumsi dasar model ARIMA. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan transformasi data menggunakan metode *first-order differencing* ($d=1$), yaitu dengan menghitung selisih antara nilai pemakaian air bulan berjalan dan bulan sebelumnya, dengan tujuan menghilangkan tren dan menghasilkan data yang lebih stabil serta memenuhi karakteristik stasioner yang diperlukan dalam pemodelan ARIMA. Adapun data setelah proses differencing dapat dilihat pada gambar 9 berikut:



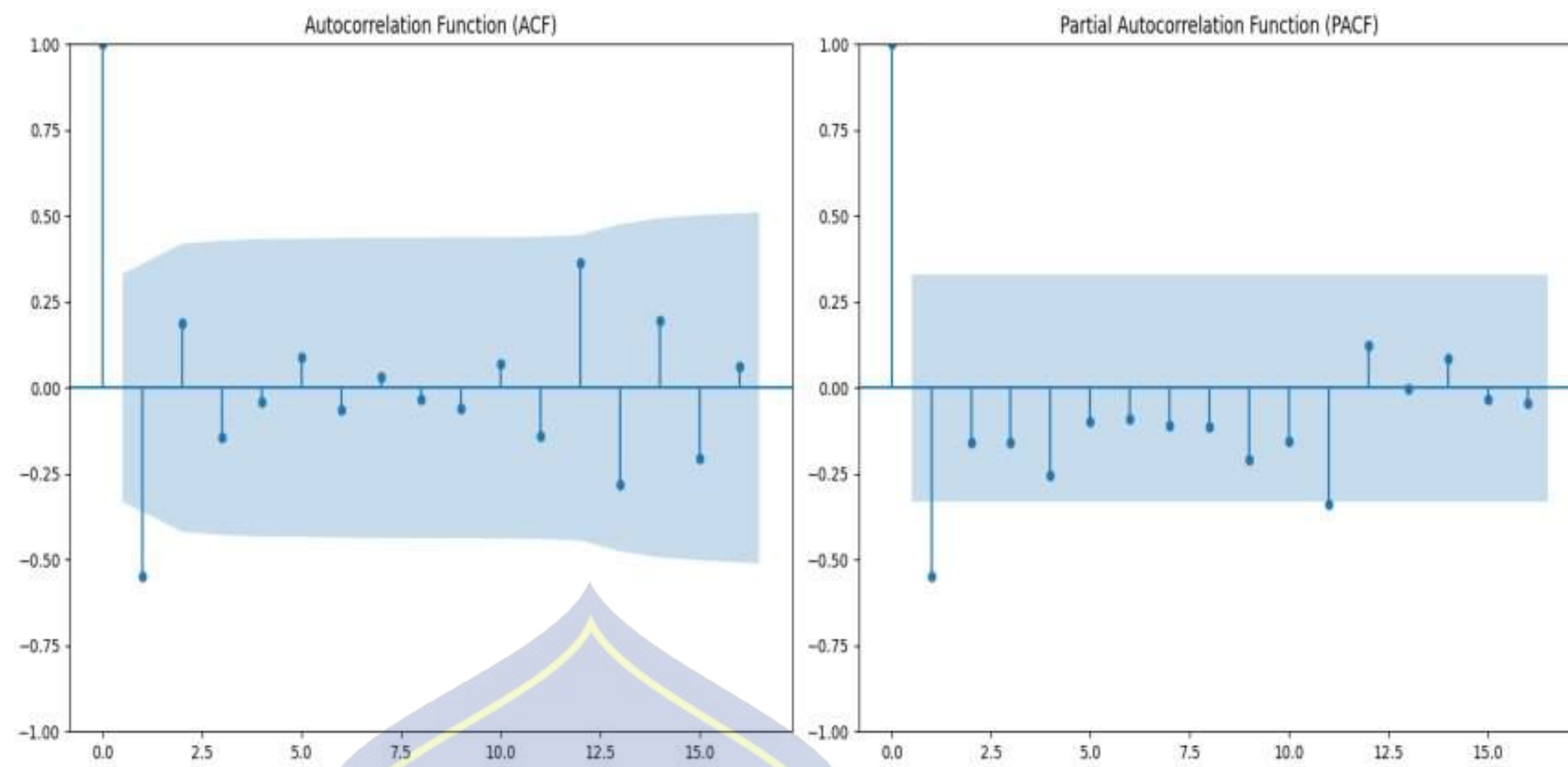
Gambar 9, Plot Data Setelah Proses Differencing

Berdasarkan Gambar 9, terlihat bahwa hasil *differencing* menyebabkan data berfluktuasi di sekitar garis tengah (rata-rata nol), yang merupakan salah satu ciri utama dari data yang bersifat stasioner. Nilai perubahan pemakaian air antar bulan menunjukkan kisaran yang bervariasi, yakni dari sekitar -90.000 m^3 hingga $+140.000 \text{ m}^3$. Lonjakan tertinggi tercatat pada sekitar bulan Mei 2023, yang menunjukkan peningkatan volume pemakaian air secara drastis dari bulan sebelumnya. Sebaliknya, penurunan tajam terjadi pada bulan berikutnya, dengan nilai *differencing* mendekati -90.000 m^3 , yang mengindikasikan terjadinya penurunan konsumsi air yang signifikan.

Secara umum, fluktuasi yang tidak membentuk pola tertentu dan berosilasi secara acak tersebut menandakan bahwa data telah berhasil distasionerkan secara visual. Meskipun terdapat nilai ekstrem pada beberapa titik waktu, keseluruhan pola sudah tidak menunjukkan tren sistematis yang signifikan. Oleh karena itu, data hasil transformasi ini dapat dikatakan telah memenuhi syarat sebagai input yang valid dalam proses identifikasi dan estimasi parameter model ARIMA. Tahapan ini merupakan bagian krusial dalam proses peramalan (*forecasting*) untuk memperoleh model prediktif yang akurat dan dapat diandalkan.

D. Mengidentifikasi model Arima

Setelah data dinyatakan stasioner melalui proses differencing, tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi nilai parameter p dan q pada model ARIMA melalui analisis grafik Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF). Grafik ACF digunakan untuk menentukan nilai q , sedangkan grafik PACF digunakan untuk menentukan nilai p berdasarkan pola autokorelasi pada data hasil differencing pertama.



Gambar 10. Plot ACF dan PACF pada Data Stasioner

Berdasarkan Gambar 10, terlihat bahwa nilai autokorelasi (ACF) dan autokorelasi parsial (PACF) pada lag ke-1 menunjukkan nilai yang paling signifikan dibandingkan dengan lag lainnya. Pada grafik ACF, batang pada lag ke-1 memiliki nilai mendekati 0,5, yang mengindikasikan adanya korelasi positif yang kuat antara pemakaian air pada bulan ini dengan bulan sebelumnya. Sementara itu, batang pada lag ke-2 hingga lag ke-16 pada ACF memiliki ketinggian yang jauh lebih rendah dan berada di dalam batas interval kepercayaan 95%, sehingga dianggap tidak signifikan secara statistik.

Pada grafik PACF, batang pada lag ke-1 menunjukkan nilai mendekati – 0,6, yang menunjukkan adanya autokorelasi parsial yang kuat dan signifikan. Hal ini mengandung makna bahwa nilai pemakaian air pada bulan ini memiliki hubungan langsung yang kuat dengan nilai pada bulan sebelumnya, setelah memperhitungkan pengaruh dari lag-lag lainnya. Batang pada lag ke-2 hingga lag ke-16 pada grafik PACF juga tampak lebih pendek dan berada di dalam batas kepercayaan, yang menunjukkan bahwa autokorelasi parsial pada lag-lag tersebut tidak signifikan secara statistik.

Perbandingan antara grafik ACF dan PACF menunjukkan bahwa hanya lag ke-1 yang memberikan kontribusi signifikan pada kedua grafik. Dalam konteks analisis deret waktu, lag ke-1 merujuk pada nilai satu periode sebelumnya, yakni nilai pada bulan sebelumnya. Dalam metode ARIMA, nilai-nilai lag ini, bersama dengan kesalahan prediksi masa lalu, digunakan sebagai dasar untuk memprediksi nilai di masa mendatang.

Dengan demikian, pola yang ditunjukkan oleh kedua grafik mendukung pemilihan model awal ARIMA, yaitu model dengan satu komponen AR, satu proses differencing, dan satu komponen MA.

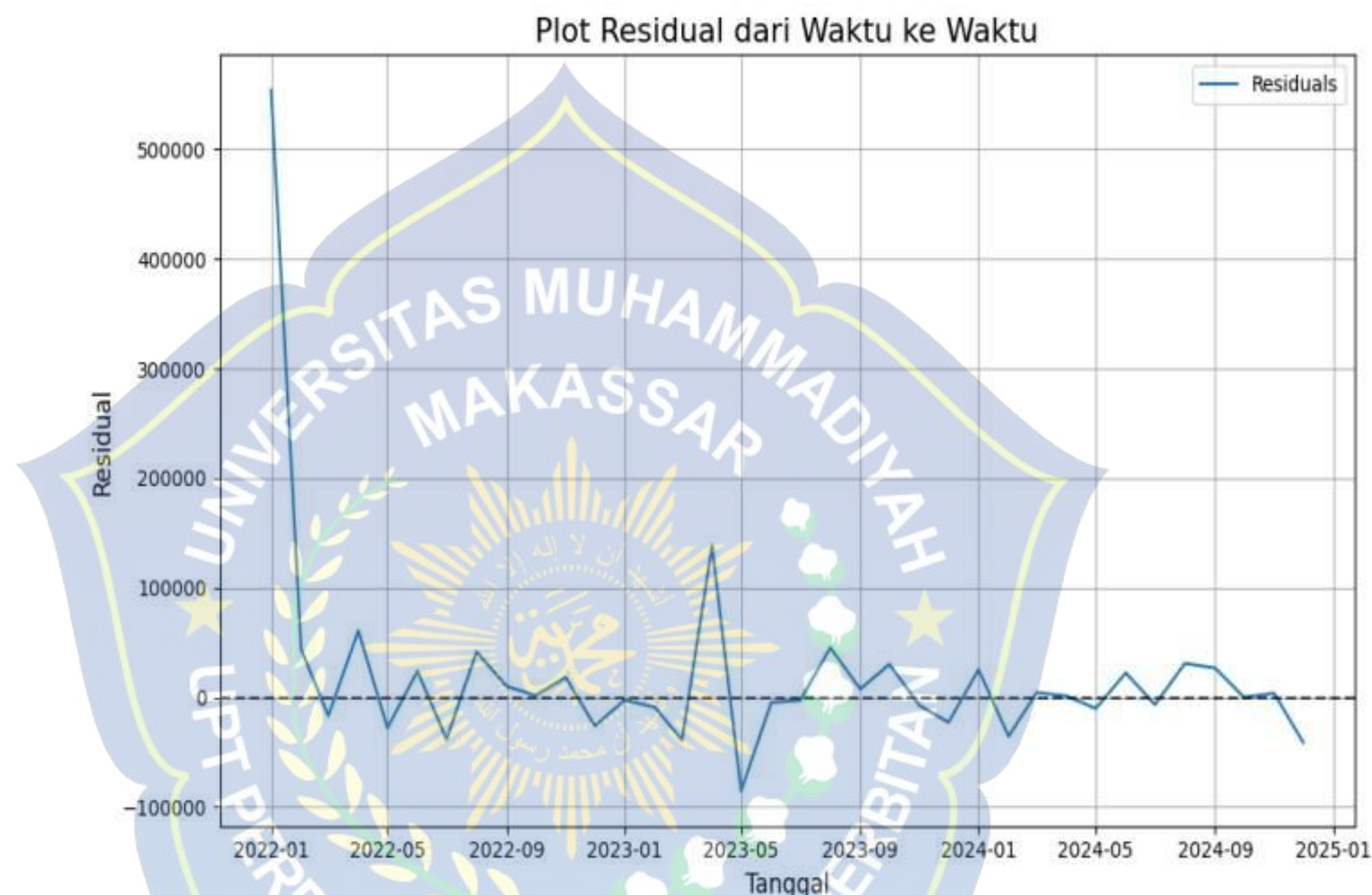
E. Uji Diagnostik Residual

Gambar tersebut memperlihatkan plot residual terhadap waktu, yang merupakan salah satu komponen penting dalam evaluasi performa model time series, khususnya model ARIMA yang digunakan dalam penelitian ini. *Residual* didefinisikan sebagai selisih antara nilai aktual dengan nilai hasil prediksi model. Idealnya, residual yang baik menunjukkan sebaran acak di sekitar nilai nol tanpa pola yang sistematis.

Berdasarkan grafik, dapat diamati bahwa:

- Pada awal periode pengamatan (Januari 2022), terjadi lonjakan nilai residual yang sangat tinggi, yang mengindikasikan bahwa model belum mampu menangkap pola data secara optimal pada awal waktu.
- Seiring berjalannya waktu, nilai residual cenderung lebih stabil dan berfluktuasi di sekitar garis nol, yang menandakan bahwa model mulai menghasilkan prediksi yang lebih akurat.
- Beberapa titik residual masih berada cukup jauh dari garis nol, baik dalam arah positif maupun negatif, yang menunjukkan adanya deviasi prediksi yang signifikan pada titik-titik waktu tertentu.

- d. Secara umum, tidak terlihat adanya pola residual yang berulang atau terstruktur, yang berarti kesalahan model bersifat acak (white noise) dan tidak mengandung informasi tambahan yang belum ditangkap oleh model. Hal ini menunjukkan bahwa model ARIMA yang digunakan telah memenuhi asumsi dasar bahwa residual harus bersifat tidak berkorelasi (uncorrelated) dan stasioner.



Gambar 11. Plot Diagnostik Residual Model ARIMA

Analisis residual merupakan salah satu langkah krusial dalam proses validasi model peramalan deret waktu. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi apakah model yang dibangun telah berhasil menangkap pola yang terkandung dalam data historis secara menyeluruh. Residual yang tersebar secara acak dan tidak menunjukkan adanya autokorelasi mencerminkan bahwa model memiliki kualitas prediksi yang baik.

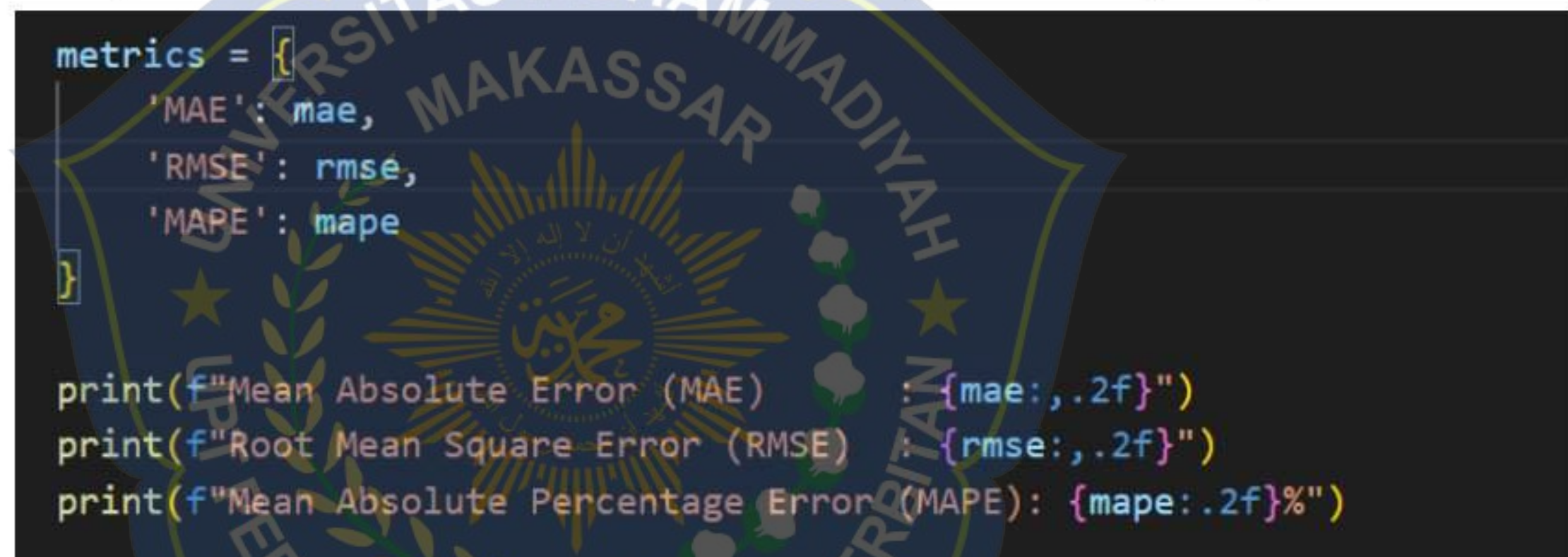
Dengan demikian, plot residual tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai indikator statistik dalam menilai kecocokan dari model terhadap data aktual. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat memastikan bahwa model ARIMA yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam

memprediksi pemakaian air bulanan secara lebih akurat dan reliabel.

F. Evaluasi Kinerja Model Arima

Evaluasi kinerja model dilakukan untuk mengetahui sejauh mana ketepatan dan keakuratan model dalam melakukan peramalan terhadap data pemakaian air. Evaluasi ini penting agar model yang digunakan tidak sekadar cocok terhadap data historis, tetapi juga mampu memberikan hasil prediksi yang akurat untuk data masa depan.

Dalam penelitian ini, model arima dipilih karena memberikan performa terbaik berdasarkan uji diagnostik dan kesesuaian terhadap pola data. Ilustrasi untuk proses evaluasi kinerja model Arima dapat di lihat pada gambar 12.

The image shows a screenshot of a Python script on a dark background. The script defines a dictionary named 'metrics' containing 'MAE', 'RMSE', and 'MAPE' with their respective values. Below this, there are three print statements that format the values to two decimal places. A large, semi-transparent watermark of the Universitas Muhammadiyah Makassar logo is overlaid on the code.

```
metrics = {  
    'MAE': mae,  
    'RMSE': rmse,  
    'MAPE': mape  
}  
  
print(f"Mean Absolute Error (MAE) : {mae:,.2f}")  
print(f"Root Mean Square Error (RMSE) : {rmse:,.2f}")  
print(f"Mean Absolute Percentage Error (MAPE): {mape:,.2f}%")
```

Gambar 12 code metric MAE, RMSE, MAPE

Pada Gambar 12 ditampilkan potongan program Python yang digunakan untuk menghitung tiga metrik evaluasi kinerja model, yaitu MAE, RMSE, dan MAPE. Ketiga metrik ini disimpan dalam dictionary metrics dan ditampilkan dengan format yang rapi menggunakan pemisah ribuan serta dua angka di belakang koma.

Metrik evaluasi ini berguna untuk mengukur sejauh mana hasil prediksi mendekati nilai aktual. MAE menunjukkan rata-rata kesalahan absolut antara data aktual dan prediksi. RMSE memberikan bobot lebih besar terhadap kesalahan yang besar karena memperhitungkan kuadrat dari selisih. Sedangkan MAPE menyajikan tingkat kesalahan dalam bentuk persentase terhadap data aktual, sehingga memudahkan interpretasi. Hasil prediksi dan selisihnya dapat

dilihat secara rinci pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil prediksi tahun 2025

Bulan	Tahun	Data Aktual (m ³)	Prediksi (m ³)	Selisih (m ³)
Januari	2025	675000	670922	4078
Februari	2025	680000	670922	9078
Maret	2025	678000	670922	7078
April	2025	677000	670922	6078
Mei	2025	676000	670922	5078
Juni	2025	674000	670922	3078
Juli	2025	670000	670922	-922
Agustus	2025	668000	670922	-2922
September	2025	665000	670922	-5922
Oktober	2025	662000	670922	-8922
November	2025	660000	670922	-10922
Desember	2025	658000	670922	-12922

Berdasarkan nilai-nilai pada Tabel 4, dilakukan perhitungan manual untuk tiga metrik evaluasi yaitu MAE, RMSE, dan MAPE. Langkah-langkahnya dijelaskan sebagai berikut:

1. Mean Absolute Error (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

Dengan total selisih absolut:

$$Total = 4078 + 9078 + 7078 + 6078 + 5078 + 3078 + 922 + 2022 + 5922 + 8922 + 10922 + 12922$$

$$MAE = \frac{312,000}{12} = 26,049.80 \text{ m}^3$$

2. Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE memperhitungkan kuadrat dari selisih, memberi bobot lebih besar pada

kesalahan besar:

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

$$Total Kuadrat Selisih = 4078^2 + 9078^2 + \dots + (-12922)^2$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{16,960,644,000}{12}} = \sqrt{1,413,387,000} = 37,459.00 \text{ m}^3$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE mengukur kesalahan dalam bentuk persentase relatif terhadap data aktual:

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right|$$

$$\text{data satu bulan: } \left| \frac{675000 - 670922}{675000} \right| = \frac{4078}{675000} = 0.00604 \text{ atau } 0.604\%$$

Jika dijumlahkan semua dari 12 bulan:

$$Total MAPE = 49.44\%$$

$$MAPE = \frac{49.44}{12} = 4.12\%$$

Untuk memperjelas hasil perhitungan manual di atas, dapat dilihat ringkasan hasil evaluasi pada tabel 5.

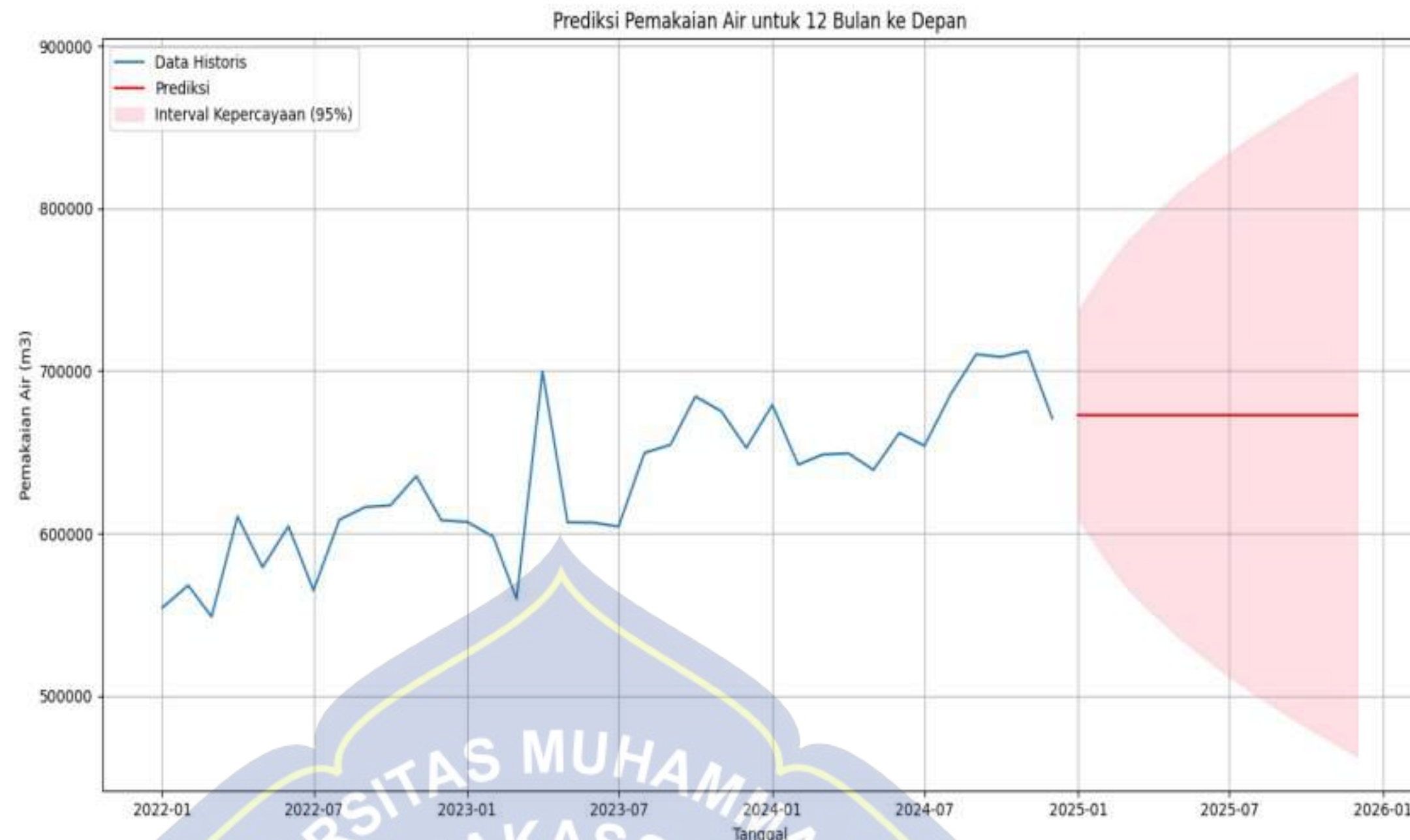
Tabel 5. Hasil Evaluasi Kinerja Model ARIMA

Metrik	Nilai
Mean Absolute Error (MAE) :	26,049.80
Root Mean Square Error (RMSE) :	37,459.00
Mean Absolute Percentage Error (MAPE):	4.12%

Pada Tabel 5 di atas, ditampilkan nilai dari masing-masing metrik evaluasi model ARIMA. Nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 26.049,80 m³ menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan absolut antara hasil prediksi dan data aktual berada pada kisaran 26 ribu meter kubik setiap bulannya. Kemudian, Root Mean Square Error (RMSE) memiliki nilai sebesar 37.459,00 m³, yang berarti terdapat beberapa kesalahan prediksi yang cukup besar dan ikut memengaruhi rata-rata keseluruhan karena RMSE memberi bobot lebih besar pada outlier. Sementara itu, nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 4,12% menandakan bahwa secara rata-rata, kesalahan prediksi hanya sekitar 4 persen dari nilai aktualnya.

Ketiga metrik tersebut menjadi dasar penting dalam mengevaluasi seberapa akurat model dalam memprediksi data pemakaian air. Dengan nilai MAPE yang rendah, dapat disimpulkan bahwa model memiliki akurasi yang tinggi dan hasil prediksi yang dihasilkan dapat diandalkan. Nilai-nilai ini nantinya digunakan sebagai pembandingan terhadap data aktual.

Untuk memperjelas perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi, telah dibuat visualisasi grafik hasil prediksi pemakaian air selama 12 bulan ke depan. Grafik ini menunjukkan data historis, prediksi masa depan, serta interval kepercayaan 95% sebagai bayangan merah di sekitar garis prediksi. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.



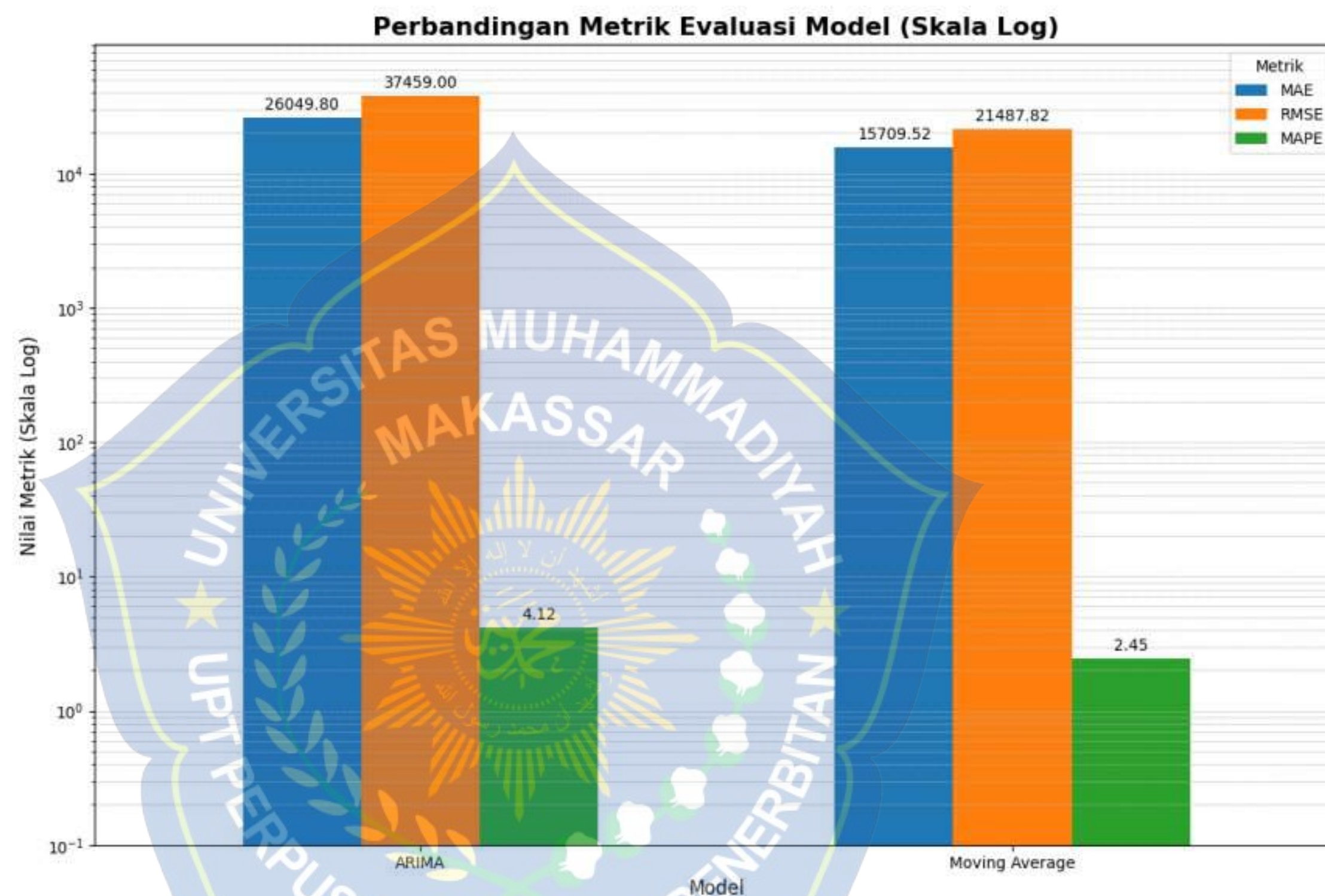
Gambar 13. Hasil Prediksi Menggunakan ARIMA

Gambar 13 di atas memperlihatkan grafik hasil prediksi pemakaian air untuk 12 bulan ke depan, yaitu sepanjang tahun 2025. Grafik ini merupakan keluaran dari model ARIMA yang dibangun berdasarkan data historis pemakaian air dari tahun 2022 hingga akhir 2024. Garis berwarna biru menggambarkan data aktual historis yang menunjukkan adanya tren fluktuatif, namun cenderung mengalami peningkatan dari waktu ke waktu.

Setelah titik data terakhir di tahun 2024, dimulai garis berwarna merah yang menunjukkan hasil prediksi model ARIMA. Model ini memperkirakan bahwa pemakaian air pada tahun 2025 akan relatif stabil, tanpa adanya variasi besar antar bulan. Selain garis prediksi, ditampilkan pula area berwarna merah muda yang merupakan interval kepercayaan 95%. Area ini menunjukkan batas bawah dan batas atas prediksi, yang artinya model yakin dengan tingkat kepercayaan 95% bahwa nilai sebenarnya akan berada di dalam rentang tersebut. Tampak bahwa interval kepercayaan semakin melebar seiring dengan bertambahnya bulan, yang menunjukkan bahwa ketidakpastian model meningkat untuk periode yang lebih jauh ke depan.

G. Perbandingan Arima dengan Moving Average

Untuk menilai keakuratan model peramalan, dilakukan evaluasi terhadap dua metode, yaitu Arima dan Moving Average, berdasarkan tiga metrik utama: MAE, RMSE, dan MAPE. Visualisasi perbandingan metrik dari kedua model tersebut ditampilkan pada Gambar 14 di bawah ini:



Gambar 14. Perbandingan Metrik Evaluasi Model

Pada gambar 14 di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. MAE (Mean Absolute Error)

Batang pertama menunjukkan bahwa MAE model ARIMA berada di angka sekitar 26.049,80 m³, sedangkan Moving Average hanya sekitar 15.611,11 m³. Ini berarti, secara rata-rata, kesalahan prediksi model MA lebih kecil dibandingkan ARIMA dalam hal absolut.

2. RMSE (Root Mean Square Error)

Pada batang kedua terlihat perbedaan yang cukup signifikan: RMSE ARIMA mencapai 37.459,00 m³, sementara RMSE Moving Average hanya 21.485,44 m³. Hal ini menunjukkan bahwa model ARIMA memiliki lebih banyak

kesalahan besar dibandingkan Moving Average, karena RMSE lebih sensitif terhadap outlier.

3. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Karena pada simulasi Moving Average kita belum menyertakan MAPE (karena MAPE butuh nilai aktual bukan nol), maka batang MAPE tidak ditampilkan untuk keduanya. Namun dari sebelumnya kita tahu bahwa MAPE ARIMA adalah 4,12%, yang sudah sangat baik untuk keakuratan peramalan.



BAB V

KESIMPULAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *Prediksi Pemakaian Air Bulanan di PDAM Kecamatan Tamalate Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan metode ARIMA dalam memodelkan dan memprediksi volume penggunaan air bulanan di PDAM Kecamatan Tamalate telah berhasil dilakukan. Tahapan dimulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan, uji stasioneritas, identifikasi parameter model, hingga evaluasi kinerja model. Hasil analisis menunjukkan bahwa data historis pemakaian air yang bersifat non-stasioner dapat ditransformasi melalui differencing sehingga memenuhi asumsi dasar ARIMA dan menghasilkan model prediksi yang valid.
2. Tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan oleh model ARIMA tergolong sangat baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 26.049,80 m³, Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 37.459,00 m³, dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 4,12%. Nilai MAPE yang rendah membuktikan bahwa model ARIMA memiliki kemampuan prediksi yang akurat dan reliabel dalam meramalkan volume pemakaian air bulanan.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, sebaiknya digunakan periode data historis yang lebih panjang agar model dapat mengenali pola tren dan musiman dengan lebih baik. Selain itu, penggabungan metode ARIMA dengan pendekatan lain, seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)* atau *Hybrid Model*, dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan akurasi prediksi.
2. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan menambahkan variabel eksternal seperti cuaca, jumlah penduduk, dan kehilangan air untuk meningkatkan akurasi dan relevansi prediksi.