



Peramalan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi Banyaknya Air Bersih yang Disalurkan PDAM di Pekanbaru

Ari Pani Desvina¹, Dewi Nuraziza²

^{1,2} Prodi Matematika, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Email: aripandesvina@uin-suska.ac.id, dewinuraziza05@gmail.com²

*Korespondensi penulis : aripandesvina@uin-suska.ac.id

Abstrak

Ketersediaan air bersih bagi masyarakat mempunyai peran yang sangat berpengaruh dalam meningkatkan kesehatan lingkungan dan masyarakat, serta mengurangi jumlah penderita penyakit yang berhubungan dengan air bersih. Di Pekanbaru ketersediaan air bersih ini menjadi perhatian yang sangat penting, karena ada beberapa daerah yang masih terbatas jumlah air bersih tersebut, disebabkan oleh struktur geografis. Mengingat pentingnya memprediksi ketersediaan air bersih di Pekanbaru, maka penelitian ini mencoba meramalkan jumlah air bersih yang disalurkan oleh PDAM dengan menggunakan metode Box-Jenkins. Dalam membangun model pada metode Box-Jenkins terdiri dari empat langkah dasar, yaitu langkah identifikasi model, estimasi parameter model, pemeriksaan diagnostik dan prediksi. Model pada metode Box-Jenkins ini terdiri dari beberapa jenis, yaitu model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive* dan *Moving Average* (ARMA) serta *Autoregressive Integrated* dan *Moving Average* (ARIMA). Data pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah air bersih yang disalurkan oleh PDAM di Pekanbaru. Hasil analisis dalam penelitian ini mendapatkan bahwa model yang sesuai untuk meramalkan data jumlah air bersih yang disalurkan PDAM di Pekanbaru adalah ARIMA(1,1,1), merupakan model yang sesuai untuk meramalkan dengan nilai MAPE 4%. Hasil peramalan ketersediaan air bersih di Pekanbaru menunjukkan adanya kenaikan dari bulan Januari 2022 sampai dengan Desember 2023. Hal ini disebabkan adanya peningkatan laju pertumbuhan penduduk di Pekanbaru yang mengakibatkan meningkatnya kebutuhan air bersih, selain itu struktur tanah yang mayoritas gambut dan kualitas air yang berwarna dan berminyak juga mempengaruhi hasil peramalan kebutuhan air bersih di Pekanbaru.

Kata Kunci: ARIMA, Peramalan, PDAM

Abstract

The availability of clean water for the community is very influential in improving environmental and community health and reducing the number of sufferers of diseases related to clean water. In Pekanbaru, the availability of clean water is a very important concern because there are some areas where the amount of clean water is still limited due to the geographical structure. Given the importance of predicting the availability of clean water in Pekanbaru, this study tries to predict the amount of clean water distributed by PDAMs using the Box-Jenkins method. Building a model using the Box-Jenkins

method has four basic steps: model identification, model parameter estimation, diagnostic checks, and predictions. The model in the Box-Jenkins process consists of several types, namely Autoregressive (AR), Moving Average (MA), Autoregressive and Moving Average (ARMA) models, and Autoregressive Integrated and Moving Average (ARIMA). Observational data used in this study is data on the amount of clean water distributed by PDAM in Pekanbaru. The analysis results in this study found that the appropriate model to predict the data on the amount of clean water distributed by PDAM in Pekanbaru is ARIMA(1,1,1), which is a suitable model for forecasting with a MAPE value of 4%. The results of forecasting the availability of clean water in Pekanbaru show an increase from January 2022 to December 2023. This is due to an increase in the population growth rate in Pekanbaru, which increases the need for clean water. Besides, the soil structure, predominantly peat and colored, and oily water quality also affect the results of forecasting the need for clean water in Pekanbaru.

Keywords: ARIMA, Forecasting, PDAM

Diterima : 11-08-2022 , Disetujui : 06-10-2022, Terbit Online : 11-10-2022

1. Pendahuluan

Air bersih menjadi keperluan yang sangat utama dalam melakukan seluruh kegiatan yang berpengaruh langsung pada kesehatan dan kelangsungan kehidupan masyarakat. Ketersediaan air bersih bagi masyarakat mempunyai peran dalam meningkatkan kesehatan lingkungan dan masyarakat, termasuk mengurangi jumlah penderita penyakit, khususnya penyakit yang berhubungan dengan air dan standar hidup sehat pada masyarakat [1]. Air bersih merupakan air yang melewati proses pengolahan sehingga menghasilkan air bersih, dengan demikian dibangun beberapa pengolahan air bersih yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) [2].

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya terhadap air di PDAM diberbagai daerah di Indonesia, diantaranya adalah peramalan volume pemakaian air di PDAM kota Surabaya dengan menggunakan metode *time series* [3]. Dalam penelitian ini menggunakan perbandingan dua metode yaitu metode ARIMA dan metode fungsi transfer, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model peramalan terbaik untuk kelompok pelanggan rumah tangga kelas menengah kebawah adalah ARIMA, sedangkan model peramalan terbaik untuk kelompok pelanggan rumah tangga menengah keatas yaitu model fungsi transfer. Penelitian selanjutnya yaitu [1] penggunaan metode *artificial neural network backpropagation* untuk peramalan volume pemakaian air bersih PDAM tirta galuh Ciamis.

Dalam ekonometrika ada dua jenis model *time series* yaitu univariat dan multivariat. Model univariat adalah model yang mengamati satu variabel dan model multivariat adalah model yang mengamati lebih dari satu variabel. Metode Box-Jenkins menggunakan variabel terikat yaitu data dimasa lalu sedangkan variabel bebasnya diabaikan. Metode ini memiliki beberapa kelebihan, seperti tidak memerlukan pola data yang stasioner dan boleh digunakan pada data yang tidak stasioner seperti data musiman, siklik, dan trend [3]. Karena meningkatnya laju pertumbuhan penduduk di Pekanbaru maka meningkat pula kebutuhan air bersih. Serta struktur tanah gambut dan struktur air yang berwarna dan berminyak juga mengakibatkan pentingnya kebutuhan air bersih di Pekanbaru. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba meramalkan banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM pada masa yang akan datang dengan menggunakan metode Box-Jenkins. Dengan adanya hasil peramalan ini dapat memberikan gambaran

kepada Pemerintah bahwa kebutuhan air bersih di Pekanbaru masih sangat penting, untuk meningkatkan kesejahteraan dan Kesehatan masyarakat.

2. Metode Penelitian

2.1 Landasan Teori

Time series yaitu urutan sampel yang disusun dalam susunan kronologis pada variabel tertentu. *Time series* juga berarti sebagai satu kumpulan contoh yang diriset secara beruntun terhadap waktu [4].

Peramalan merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk memprediksi atau memperkirakan suatu kejadian dimasa depan serta menggambarkan sarana untuk membantu dalam melaksanakan perencanaan yang efektif serta efisien. Penetapan metode peramalan tergantung pada model datanya [3].

2.2 Membangun Model dengan Metode Box-Jenkins

Langkah-langkah dalam peramalan dengan menggunakan metode Box-Jenkins dapat dilakukan dengan identifikasi model, estimasi parameter, pemeriksaan diagnostik dan peramalan.

a. Identifikasi Model

Stasioneritas data dapat dilihat dalam beberapa cara, yaitu dengan melihat plot data aktual. Data yang stasioner ataupun tidak stasioner dapat juga dilakukan uji statistik yaitu uji *unit root*. Ada sejumlah uji yang kerap kali digunakan untuk memeriksa apakah sebuah data sudah stasioner atau belum stasioner adalah uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF), *Phillips Perron* (PP) dan *Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin* (KPSS).

Membangun model dengan metode Box-Jenkins secara kasar, pertama harus menentukan apakah *time series* yang hendak diprediksi adalah stasioner atau tidak stasioner. Jika tidak stasioner, kita perlu mengubah *time series* itu kepada *time series* yang stasioner dengan melakukan differensing beberapa kali sampai *time series* tersebut adalah stasioner [5]. Metode yang digunakan untuk differensing yaitu metode pembedaan (*differencing*).

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}, \quad (1)$$

ΔZ_t : selisih data orde pertama,

Z_t : data pada waktu t ,

Z_{t-1} : data pada waktu $t - 1$.

b. Estimasi Parameter

Mengestimasi parameter menggunakan metode kuadrat terkecil. Konsep dasar pada metode kuadrat terkecil adalah dengan aturan meminimalkan jumlah kuadrat *error* atau galatnya. Jumlah kuadrat *error* untuk persamaan runtun waktu orde satu searah dengan persamaan kuadrat *error* pada regresi linear sederhana. Secara umum persamaan regresi linear sederhana adalah [6].

$$\hat{y}_i = \beta_0 + \beta x_i \quad ; i = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Persamaan jumlah kuadrat *error* pada regresi sederhana adalah

$$J = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2. \quad (3)$$

Misalkan pada model AR(1), maka \hat{y}_i dimisalkan menjadi Z_t , e_i menjadi ε_i , β_0 menjadi ϕ_0 , β menjadi ϕ_1 , dan x_i menjadi Z_{t-1} . Maka persamaan jumlah kuadrat *error*nya menjadi

$$J = \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 = \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2. \quad (4)$$

Seterusnya adalah menguji parameter model dengan cara membandingkan $P - value$ pada setiap parameter model dengan level toleransi (α) dalam pengujian hipotesis, dengan hipotesis:

H_0 : parameter model tidak signifikan terhadap model

H_1 : parameter model signifikan terhadap model

Parameter model dikatakan signifikan bilamana nilai $P - value < \alpha$ atau tolak H_0 , dan terima H_1 .

c. Pemeriksaan Diagnostik

a. Uji Indenpendensi Residual

Suatu residual model yang baik yaitu lag pada grafik ACF dan PACF residualnya tidak keluar dari batas garis. Selain dengan grafik ACF dan PACF residual bisa juga dengan membandingkan nilai $p - value$ pada output uji Ljung-Box, dengan hipotesis sebagai berikut [7].

H_0 : residual model memenuhi proses random

H_1 : residual model tidak memenuhi proses random

Jika nilai $p - value$ lebih kecil dari α maka tolak H_0 berarti residual model tidak memenuhi proses random dan begitu sebaliknya jika $p - value$ lebih besar dari α maka terima H_0 berarti residual memenuhi random.

b. Uji Kenormalan Residual

Model dikatakan baik jika telah memenuhi uji kenormalan residual yaitu dengan melihat histogram residual yang dihasilkan oleh model mengikuti kurva normal. Apabila model yang diperoleh lebih dari satu maka dapat dipilih menggunakan Mean Square Error (MSE). Model yang akan digunakan adalah model dengan MSE terkecil [8].

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2. \quad (5)$$

X_t : data pada periode $t, t = 1, 2, \dots, n,$

\hat{X}_t : data ramalan periode $t,$

n : jumlah data.

d. Peramalan

Setelah didapatkan model pada tahap pemeriksaan diagnostik kemudian dilakukan langkah peramalan dengan tiga langkah yaitu [8].

a. Peramalan data *training*,

b. Peramalan data *testing* menggunakan hasil peramalan data *training*

c. peramalan pada waktu yang akan datang menggunakan hasil peramalan data *testing*

d. evaluasi pada peramalan

Alat yang digunakan untuk menghitung kesalahan pada peramalan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) [9], dimana persentase yang baik untuk peramalan adalah dibawah 20%.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\%. \quad (6)$$

2.3 Model Time Series

1. Autoregressive (AR)

Secara matematis bentuk umum AR(p) sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t, \quad (7)$$

dengan:

Z_t : merupakan data pada periode $t, t = 1, 2, \dots, n,$

Z_{t-i} : merupakan data pada periode $t - i, i = 1, 2, \dots, p,$

ϕ_0 : merupakan suatu konstanta,

ϕ_i : merupakan parameter *autoregressive* ke- $i, i = 1, 2, \dots, p,$

e_t : merupakan *error* pada periode $t.$

2. Moving Average MA(q)

Proses *moving average* berorde satu dengan menggunakan proses MA umum berorde q yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_0 + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}, \quad (8)$$

dengan:

Z_t : merupakan data pada periode $t, t = 1, 2, \dots, n,$

e_{t-j} : merupakan data pada periode $t - j, j = 1, 2, \dots, q,$

ϕ_0 : merupakan suatu konstanta,

θ_j : merupakan parameter *moving average* ke- $j, j = 1, 2, \dots, p,$

e_t : merupakan *error* pada periode $t.$

3. Model Campuran Autoregressive and Moving Average ARMA(p,q)

Model-model *Autoregressive* (AR) dapat dikombinasikan secara efektif dengan model *Moving Average* (MA) untuk membentuk kelas model yang sangat umum dan berguna dalam model deret berkala yang sering disebut model atau proses *Autoregressive and Moving Average* (ARMA) [10][4].

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}, \quad (9)$$

dengan:

Z_t : merupakan data pada periode $t, t = 1, 2, \dots, n,$

Z_{t-i} : merupakan data pada periode $t - i, i = 1, 2, \dots, p,$

e_{t-j} : merupakan data pada periode $t - j, j = 1, 2, \dots, q,$

ϕ_0 : merupakan suatu konstanta,

ϕ_i : merupakan parameter *autoregressive* ke- $i, i = 1, 2, \dots, p,$

θ_j : merupakan parameter *moving average* ke- $j, j = 1, 2, \dots, q,$

e_t : merupakan *error* pada periode $t.$

4. Model Campuran ARIMA(p,d,q)

Model ini merupakan model yang non stasioner. Secara matematis dapat didefinisikan :

$$Z_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)Z_{t-2} + \dots + (\phi_p - \phi_{p-1})Z_{t-p} - \phi_p Z_{t-p-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}, \quad (10)$$

dengan:

Z_t : merupakan data pada periode $t, t = 1, 2, \dots, n,$

Z_{t-i} : merupakan data pada periode $t - i, i = 1, 2, \dots, p,$

e_{t-j} : merupakan data pada periode $t - j, j = 1, 2, \dots, q,$

ϕ_0 : merupakan suatu konstanta,

ϕ_i : merupakan parameter *autoregressive* ke- $i, i = 1, 2, \dots, p,$

θ_j : merupakan parameter *moving average* ke- $j, j = 1, 2, \dots, q$,
 e_t : merupakan *error* pada periode t .

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembentukan Model Banyaknya Air Bersih yang Disalurkan PDAM di Pekanbaru Menggunakan Model Box-Jenkins

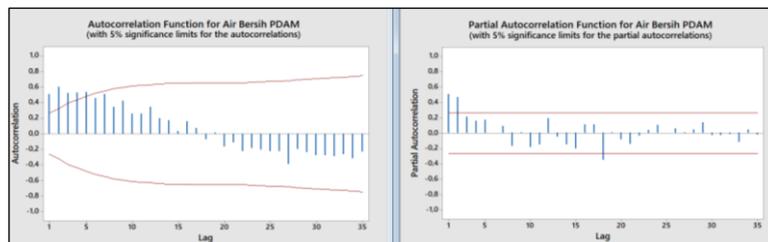
Dalam membentuk model Box-Jenkins untuk peramalan data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM di Pekanbaru harus mengikuti beberapa langkah yaitu uji kestasioneran data, identifikasi model, estimasi parameter model, pemeriksaan diagnostik, dan peramalan data untuk waktu yang akan datang.

1. Uji Stasioner Data



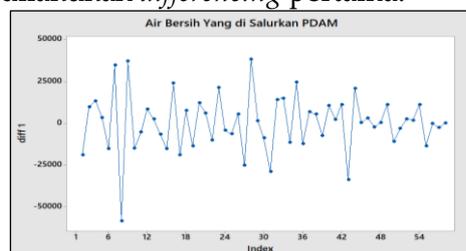
Gambar 1. Plot Air Bersih yang Disalurkan PDAM

Berdasarkan Gambar 1 bahwa data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM belum memenuhi syarat kestasioneran data karena masih terdapat data trend naik pada rata-rata dan varian data.



Gambar 2. Plot ACF dan PACF Air Bersih yang Disalurkan PDAM

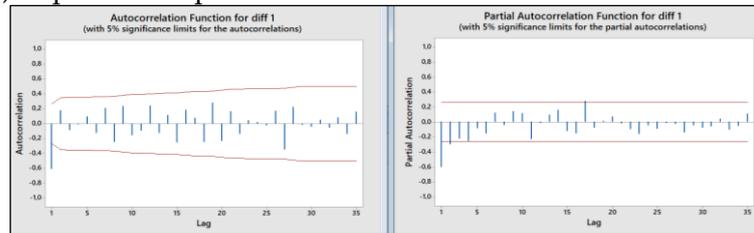
Berdasarkan Gambar 2 bahwa data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM belum stasioner karena *lag* pada *Autocorrelation Function* (ACF) belum turun secara eksponensial, maka dapat dilakukan *differencing* pertama.



Gambar 3. Plot *Differencing* Pertama Air Bersih yang Disalurkan PDAM

Berdasarkan Gambar 3 bahwa data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM *differencing* pertama ini sudah memenuhi syarat kestasioneran data karena rata-rata dan varian data cenderung bergerak konstan sepanjang waktu. Kestasioneran data juga dapat

dilihat menggunakan plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Plot ACF dan PACF *Differencing* Pertama Pada Air Bersih yang Disalurkan PDAM

Berdasarkan Gambar 4 bahwa data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM sudah cenderung stasioner karena *lag* pada *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) turun secara eksponensial dan memotong pada *lag* tertentu.

2. Identifikasi Model

Dengan menggunakan bantuan *software minitab* dan Berdasarkan plot ACF yang memotong setelah *lag* pertama dan PACF juga memotong setelah *lag* kedua serta dilakukannya *differencing* sebanyak satu kali untuk data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM maka model yang diperoleh adalah ARIMA(1,1,1), ARIMA(2,1,1) dan IMA (1,1) juga dipergunakan sebagai perbandingan untuk memperoleh model terbaik.

3. Estimasi Parameter Model

Tabel 1. Nilai Parameter Model ARIMA (1,1,1), ARIMA (2,1,1) dan ARIMA (0,1,1)

Jenis	Nilai Estimasi	Nilai-t	Nilai-p	signifikan
ARIMA 1,1,1				
ϕ_1	-0,612	-5,65	0,000	Signifikan
θ_1	0,9875	13,96	0,000	Signifikan
δ	-22	-0,52	0,007	Signifikan
ARIMA (2,1,1)				
ϕ_1	-0,805	-6,05	0,000	Signifikan
ϕ_2	-0,301	-2,33	0,023	Signifikan
θ_1	0,983	14,40	0,000	Signifikan
δ	-17,8	-,26	0,795	Tidak signifikan
ARIMA (0,1,1)				
θ_1	0,995	9,51	0,000	Signifikan
δ	-37	-0,28	0,778	Tidak signifikan

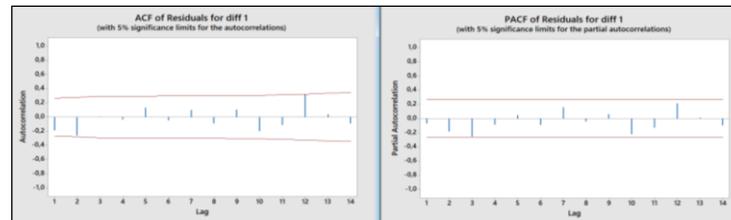
Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui model ARIMA(1,1,1) estimasi nilai parameter ϕ_1 , θ_1 , dan δ adalah signifikan karena nilai $p = 0,000 < 0,05$. Maka rumus untuk model ARIMA(1,1,1) adalah:

$$Z_t = -22 - 0,612Z_{t-1} - 0,9875e_{t-1} + e_t \quad (11)$$

Kemudian pada Tabel 1 juga terdapat model ARIMA(2,1,1) dan ARIMA (0,1,1) akan tetapi model tersebut tidak digunakan karena terdapat nilai p-value $> 0,05$ sehingga tidak signifikan maka model tersebut dikeluarkan.

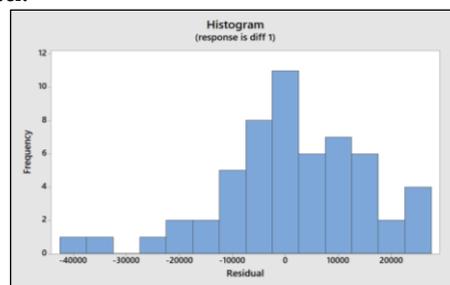
4. Pemeriksaan Diagnostik

Pada data banyaknya air yang disalurkan PDAM ini tidak membandingkan model yang terbaik karena model yang diperoleh hanya satu. Maka selanjutnya melihat plot ACF residual dan PACF residual sebagai berikut:



Gambar 5. Plot ACF dan PACF Residual Air Bersih yang Disalurkan PDAM

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa lag berada pada batas bawah dan batas atas nilai korelasi residual. Selanjutnya dilihat uji kenormalan residual dengan menggunakan plot histogram residual yaitu:



Gambar 6. Plot Histogram Residual Air Bersih yang Disalurkan PDAM

Berdasarkan Gambar 6 tersebut dapat dilihat bahwa nilai residual data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM di Pekanbaru dengan model ARIMA (1,1,1) menunjukkan pola data kurva yang normal.

5. Peramalan Data Untuk Waktu yang Akan Datang

1. Peramalan Data *Training*

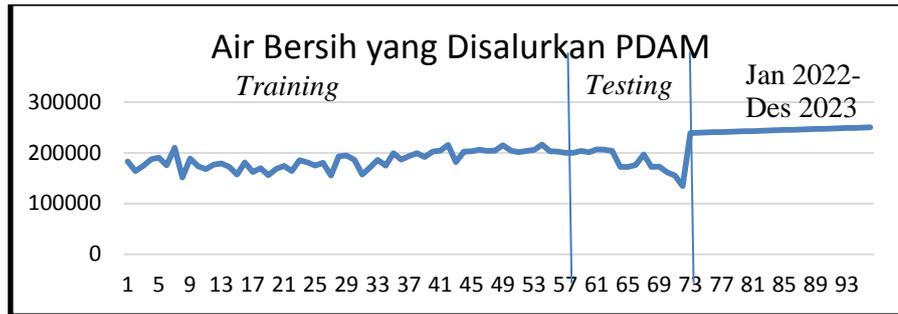
Data *training* yang digunakan yaitu sebesar 80% dari data aktual, yakni mulai dari Januari 2016 sampai dengan Oktober 2020. Dengan bantuan *software minitab 18*.

2. Peramalan Data *Testing*

Dalam melakukan peramalan data *testing* data yang diambil adalah hasil dari data *training*, data yang dihitung pada data *testing* ini mulai dari November 2020 sampai dengan Desember 2021. Dengan bantuan *software minitab 18*.

3. Masa yang Akan Datang

Setelah melakukan *training* dan *testing* pada data makan langkah selanjutnya yang dilakukan adalah meramalkan data yang akan datang. Data yang akan diramalkan mulai dari Januari 2022 sampai dengan Desember 2023. Grafik untuk peramalan data *training*, data *testing*, data peramalan Januari 2022 sampai dengan Desember 2023 terhadap data aktual dapat dilihat pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Plot Hasil Peramalan Air Bersih yang Disalurkan PDAM

Berdasarkan Gambar 7 diketahui bahwa hasil peramalan data air bersih yang disalurkan di Pekanbaru mulai dari Januari 2022 sampai dengan Desember 2023 adalah mengalami kenaikan setiap bulannya. MAPE yang diperoleh dalam peramalan air bersih yang disalurkan PDAM di kota Pekanbaru menggunakan model ARIMA(1,1,1) adalah 4% yang artinya model ARIMA(1,1,1) memberikan hasil yang baik dalam peramalan air bersih yang disalurkan PDAM di kota Pekanbaru.

4 Kesimpulan

Metode Box-Jenkins dapat digunakan untuk menganalisis data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM di kota Pekanbaru. Model yang diperoleh untuk data banyaknya air bersih yang disalurkan di kota Pekanbaru dengan melakukan *differencing* sebanyak satu kali yakni ARIMA(1,1,1).

Model yang diperoleh yaitu ARIMA(1,1,1) $Z_t = -22 - 0,612Z_{t-1} - 0,9875e_{t-1} + e_t$ model ini dapat digunakan untuk peramalan pada masa yang akan datang pada data banyaknya air bersih yang disalurkan PDAM di kota Pekanbaru. Nilai MAPE yang diperoleh adalah 4% yang artinya model ARIMA(1,1,1) memberikan hasil yang baik dalam peramalan air bersih yang disalurkan PDAM di kota Pekanbaru.

Daftar Pustaka

- [1] Nurhidayat. Helni, Suprijadi. Jadi, and Supartini. Enny, "Penggunaan Metode Artificial Neural Network Backpropagation untuk Peramalan Volume Pemakaian Air Bersih PDAM Tirta Galuh Ciamis," *Seminar Nasional Statistika Online (SNSO 2021)*, vol. 9, no. Prosiding Seminar Nasional Statistika IX (SNS), pp. 2087–2590, 2021, doi: <https://doi.org/10.1234/pns.v9i.58>.
- [2] Nurina. Dwi Listya and Irhamah, "Peramalan Volume Pemakaian Air Sektor Rumah Tangga di Kabupaten Gresik dengan Menggunakan Fungsi Transfer," *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, vol. 2, no. 2, pp. 260–264, 2013, doi: 10.12962/j23373520.v2i2.4871.
- [3] Asfihani. Moh Ali and I. Irhamah, "Peramalan Volume Pemakaian Air Di PDAM Kota Surabaya dengan Menggunakan Metode Time Series," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 157–162, 2017, doi: 10.12962/j23373520.v6i1.22978.
- [4] Putro. Bossarito, Furqon. M. Tanzil, and Wijoyo. Satrio Hadi, "Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus : PDAM Kota Malang)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 11, pp. 4679–4686, 2018.

- [5] Pamungkas. Muhammad Bintang and Arief. Wibowo, "Aplikasi Metode Arima Box-Jenkins Untuk Meramalkan Kasus Demam Berdarah Di Provinsi Jawa Timur", *Indonesia Jurnal Public Heal.*, vol. 13, no. 2, p. 183, 2018, doi: 10.20473/ijph.v13il.2018.181-194.
- [6] Markidakis. Spyros, Wheelwright. Steven C, and Mcgee. Victor E, "*Metode dan Aplikasi Peramalan*", Ke-2. Ciracas, Jakarta: Erlangga, 1999.
- [7] Desvina. Ari Pani, "Analisis *Time Series Particulate Matter (PM10)* di Lembah Kelang (Stasiun Pemantau Kuala Lumpur, Shah Alam, Petaling Jaya dan Kajang) ", Ke-1. Pekanbaru, Riau: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UIN Sultan Syarif Kasim Riau, 2014.
- [8] Trisnawati. Ocktalia and Prastuti. Mike, "Peramalan Curah Hujan di Stasiun Juanda Menggunakan Metode ARIMA Box-Jenkins dan Radial Basis Function Neural Network," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 11, no. 2, pp. 82–88, 2021, doi: 10.12962/j23373520.v11i1.63165.
- [9] Farosanti. Lafnidita, Mubarak. Husni, and Indrianto, "Analisa Peramalan Penjualan Alat Kesehatan dan Laboratorium di PT . Tristania Global Indonesia Menggunakan Metode ARIMA," *Jurnal Informasi Merdeka Pasuruan*, vol. 7, no. 1, pp. 14–18, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.37438/jimp.v7i1.428>.
- [10] R. K. Sembiring, "*Analisis Regresi Edisi Kedua*," Ke-2. Bandung: ITB, 2003.
- [11] Emma. Novita Sari and Tundjung. Mahatma, "Peramalan Jumlah Penduduk Kabupaten Semarang dengan Metode Box-Jenkins," *Jurnal Statistika dan Aplikasi*, vol. 5, no. 1, pp. 71–79, 2021, doi: 10.21009/jsa.05107.
- [12] Desvina. Ari Pani and Syahfitra. Muhammad, "Aplikasi Metode Box-Jenkins dalam Memprediksi Pertumbuhan Perdagangan Luar Negeri Provinsi Riau," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 2, no. 2, pp. 12–20, 2016.
- [13] Dwiningtiyas. Wiji Renisa, Prastuti. Mike, "Peramalan Jumlah Peserta OJT di PT.POMI Menggunakan ARIMA Box-Jenkins dan Radial Basis Function Neural Network," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 11, no. 2, pp. 76–81, 2022, doi: 10.12962/j23373520.v11i1.63138.
- [14] Satria. Budy, "Prediksi Volume Penggunaan Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 674–684, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i3.575.
- [15] Bayuarta. Muhammad Garison Palembastian, Aji. Deddy Kusbianto P, and Arief. Sifyan Noor, "Peramalan Kebutuhan Pemakaian Air Bersih di PDAM Kota Malang Menggunakan Metode Least Square," *Seminar Informatika Aplikatif Polinema*, pp. 121–125, 2021.
- [16] Trisa. Ganis, Budiman. Riady, and Prima. Febri, "Studi Peramalan Kebutuhan dan Pemetaan Distribusi Air Dalam Upaya Pemerataan Penyaluran Air Bersih," *Pontianak*, pp. 186–194, 2021.