

PREDIKSI HARGA AIR PELANGGAN PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) MENGGUNAKAN METODE ARIMA (AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE)

Ayu Ema Aprilianti¹, MOH. Ahsan², Danang Aditya Nugraha³

Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kanjuruhan Malang

Jl. S. Supriadi No. 48 Malang, Telp. (0341) 801488

Email : Ayuema.aprilianti28@gmail.com¹, ahsan@unikama.ac.id², d4n4ng.adty@gmail.com³

ABSTRAK

Harga air merupakan harga jual air minum yang harus terjangkau oleh pelanggan rumah tangga untuk memenuhi standar kebutuhan pokok air minum sehari-hari, maka pelanggan harus menyiapkan dana khusus untuk membayar harga air tersebut. Namun, terkadang dana yang telah dialokasikan untuk membayar harga air tidak sesuai dengan jumlah harga yang ada. Oleh karena itu, diperlukan prediksi besarnya harga air pelanggan PDAM untuk periode yang akan datang. Dalam memprediksi harga air, maka perlu pengambilan data di PDAM Tirta Dharma di Kota Malang. Peramalan ini menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) metode ini memiliki tingkat yang keakuratan yang baik untuk mengatasi kerumitan deret waktu dan perkiraan lainnya. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari metode pengumpulan data, teknik analisis data, penafsiran dan kesimpulan dan penyelesaian masalah. Hasil dari peramalan tersebut di ambil dari nilai error MAD, MSE dan MAPE yang terkecil dari hasil peramalan harga air pelanggan PDAM Tirta Dharma Kota Malang.

Kata Kunci : Prediksi, Harga Air, ARIMA, PDAM Tirta Dharma Kota Malang, MAD, MSE, MAPE.

PENDAHULUAN

Harga air merupakan harga jual air minum yang harus terjangkau oleh pelanggan rumah tangga untuk memenuhi standar kebutuhan pokok air minum sehari-hari, maka pelanggan harus menyiapkan dana khusus untuk membayar harga air tersebut. Namun, terkadang dana yang telah dialokasikan untuk membayar harga air tidak sesuai dengan jumlah harga yang ada. Oleh karena itu, diperlukan prediksi besarnya harga air PDAM untuk periode yang akan datang. Dalam memprediksi harga air, maka perlu pengambilan data di PDAM Tirta Dharma di Kota Malang.

Prediksi (*forecasting*) adalah perhitungan yang objektif dan dengan menggunakan data-data masa lalu untuk menentukan sesuatu di masa yang akan datang. Dalam pembuatan perhitungan prediksi ini terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan antara lain ialah menganalisa data masa lalu, memntukan cara perhitungan prediksi dengan memilih metode dan memproyeksikan data masa lalu dengan perhitungan metode. Hal ini senada dengan pendapat (Makridakis , 1993) bahwa langkah dalam melakukan prediksi adalah menganalisa data masa lalu, menentukan metode yang dipergunakan dan memproyeksikan data yang lalu dengan metode yang dipergunakan dan mempertimbangkan adanya factor perubahan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Alvian Lingga Pratama dengan judul “Analisis dan Peramalan Debit Air Pada Tarif Pelanggan PDAM Kodya Malang Dengan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)”. Penelitian tersebut meramalkan debit air dan biaya pemasukan dari pelanggan menggunakan metode ARIMA. Metode penelitian ini terdiri dari metode pengumpulan data, teknik analisis data, penafsiran dan kesimpulan, dan penyelesaian masalah. Hasil dari peramalan menggunakan metode ARIMA di ambil dari hasil nilai MSE dan MAPE yang

terkecil, maka kesimpulan akan ditarik dari hasil peramalan pemakaian debit air dan biaya pemasukan dari tarif pelanggan pada PDAM Kodya Kota Malang.

Melihat hal tersebut maka dalam penelitian ini diperlukan metode yang efektif untuk membantu penyajian data yang logis dan signifikan. Metode yang digunakan adalah metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) karena metode ini memiliki tingkat yang keakuratan yang baik untuk mengatasi kerumitan deret waktu dan perkiraan lainnya. Metode ini dapat dipergunakan untuk memperkirakan data histori dengan kondisi yang sulit dimengerti pengaruhnya terhadap teknis san sangat akurat untuk memperkirakan periode jangka pendek.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis berinisiatif mengangkat judul “Prediksi Harga Air Pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) menggunakan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)”.

Merujuk pada Keputusan Menteri Dalam Negeri No : 690-069 tahun 1992, tentang Pola Petunjuk Teknis Pengelolaan PDAM, ditegaskan bahwa mempunyai tugas pokok pelayanan umum kepada masyarakat dimana dalam menjalankan fungsinya PDAM diharapkan mampu membiayai dirinya sendiri (*Self financing*) dan berusaha mengembangkan tingkat pelayanannya, disamping itu PDAM juga diharapkan mampu memberikan sumbangan pembangunan kepada Pemerintah Daerah. Dalam keputusan Menteri Dalam Negeri nomor 47 tahun 1999, tentang Pedoman Penilaian Kinerja PDAM dinyatakan bahwa tujuan pendiriannya PDAM adalah untuk memenuhi pelayanan dan kebutuhan akan air bersih bagi masyarakat.

Air Minum dapat diuraikan sebagai berikut : Menurut Menurut Permenkes Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang melalui syarat dan dapat langsung di minum. Air minum harus terjamin dan aman bagi kesehatan, harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang di muat dalam oarameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib di ikuti dan di taati oleh seluruh penyelenggara air minum, sedangkan parameter tambahan dapat di tetapkan oleh pemerintah daerah sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing – masing dengan mengacu pada parameter tambahan yang di tentukan.

Peramalan (*forecasting*) secara umum didefinisikan sebagai salah satu cara memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan data historis yang ada. Hasil peramalan dipengaruhi oleh data, pola data, dan lain sebagainya. Teknik peramalan dibagi menjadi dua kategori utama yaitu peramalan didasarkan metode kualitatif dan kuantitatif (Hanke & Wichern, 2005).

ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) merupakan suatu pendekatan pemodelan persediaan yang dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari nilai masa depan yang terletak diantara dua batas yang ditentukan. Kelebihan ARIMA adalah memiliki sifat yang fleksibel (mengikuti pola data), memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dan cocok digunakan untuk meramal sejumlah variable yang cepat, sederhana, akurat dan murah karena hanya membutuhkan data historis untuk melakukan peramalan. ARIMA memadukan unsur dalam model *autoregressive* dan *moving average*. Semua data dalam analisis ARIMA diasumsikan “stasioner”. Jika data tidak stasioner maka data tersebut harus disesuaikan untuk mengoreksi ketidakstasionernya untuk memperbaiki ketidakstasioner tersebut. Oleh karena itu, untuk memperbaiki ketidakstasioneran tersebut maka digunakan *differencing*. Model yang dihasilkan dikatakan menjadi model yang “terintegrasi” atau *integrated (differenced)*. Inilah yang menjadi sumber dari “I” dalam model ARIMA.

Model AR (*Autoregressive*)

$$Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Y_{t-2} + \theta_3 Y_{t-3} + \dots + \theta_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.1)$$

Dimana :

Y_t = Variabel yang diramalkan
atau variable tidak bebas

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \dots, Y_{t-p}$ = Variabel
bebas yang

merupakan
lag dari
variabel
tidak bebas

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_p$ = Parameter *autoregressive*

e_t = Nilai kesalahan yang tidak dapat dijelaskan oleh model

2.1.1. Model MA (*Moving Average*)

$$Y_t = e_t - \phi_1 e_{t-1} - \phi_2 e_{t-2} - \phi_3 e_{t-3} + \dots + \phi_q e_{t-q} \quad (2.2)$$

Dimana :

Y_t = Variabel yang diramalkan atau variable tidak bebas

$\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_q$ = Parameter *moving average*

e_t = Nilai kesalahan yang tidak dapat dijelaskan oleh model

$e_{t-1}, e_{t-2}, \phi_{t-3}, \dots$ = Nilai kesalahan pada saat t

2.1.2. Model ARMA (*Autoregressive Moving Average*)

$$Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \theta_p Y_{t-p} - \phi_1 e_{t-1} - \phi_2 e_{t-2} - \dots - \phi_q e_{t-q} \quad (2.3)$$

Dimana :

Y_t = Variabel yang diramalkan atau variable tidak bebas

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \dots$ = Variabel bebas yang merupakan lag dari variabel tidak bebas

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_p$ = Parameter *autoregressive*

$\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_q$ = Parameter *moving average*

e_t = Nilai kesalahan yang tidak dapat dijelaskan oleh model

$e_{t-1}, e_{t-2}, \phi_{t-3}, \dots$ = Nilai kesalahan pada saat t

Pengukuran Akurasi Peramalan

Akurasi peramalan akan diukur dengan menggunakan fungsi *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Root Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absoluter Percentage Error* (MAPE).

Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (2.4)$$

Dimana :

n = Nilai periode waktu

A_t = Nilai sebenarnya pada periode ke- t

F_t = Nilai peramalan pada periode ke- t

2.1.3. Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \sum \left(\frac{A_t - F_t}{n} \right)^2 \quad (2.5)$$

Dimana :

n = Nilai periode waktu

A_t = Nilai sebenarnya pada periode ke- t

F_t = Nilai peramalan pada periode ke- t

2.1.4. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\% \quad (2.6)$$

Dimana :

n = Nilai periode waktu

A_t = Nilai sebenarnya pada periode ke- t

F_t = Nilai peramalan pada periode ke- t

Semakin rendah nilai MAPE, maka dapat dikatakan model peramalan memiliki kemampuan yang baik. Range nilai untuk MAPE dapat di lihat pada tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3. Signifikansi Nilai MAPE

MAPE	Signifikansi
<10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10-20%	Kemampuan peramalan baik
20-50%	Kemampuan peramalan layak/memadai
>50%	Kemampuan peramalan sangat buruk

METODE PENELITIAN**Gambaran Umum**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil peramalan terhadap harga air pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Kota Malang. Metode yang digunakan adalah ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) perhitungannya dilakukan secara manual. Nilai error dihitung menggunakan MAD, MSE dan MAPE untuk menentukan perhitungan peramalan mana yang lebih akurat. Data yang diambil data pelanggan setiap bulan di PDAM Kota Malang dari Januari 2016 hingga Desember 2017 agar tingkat keakuratan yang tinggi. Peramalan ini bertujuan membantu pelanggan untuk mengetahui jumlah harga air pada bulan berikutnya.

Populasi dan Sampel

Berdasarkan populasi yang menjadi obyek penelitian adalah data harga air di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang dengan menerapkan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*).

Sedangkan didalam sampel dari penelitian ini menggunakan data harga air mulai dari bulan Januari 2016 hingga Desember 2017. Pemilihan sampel pada bulan ini berdasarkan data yang sudah di olah dan di ambil sesuai penelitian ini.

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dharma Kota Malang yang beralamatkan Jl. Terusan Danau Sentani No. 100 Malang Telp. (0341)-715103 Malang 65138. Penelitian dimulai pada 25 Februari 2019 sampai April 2019.

Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki langkah-langkah atau tahapan yang dilakukan oleh penulis dalam meramalkan harga air pelanggan PDAM Kota Malang.

Pengumpulan Data

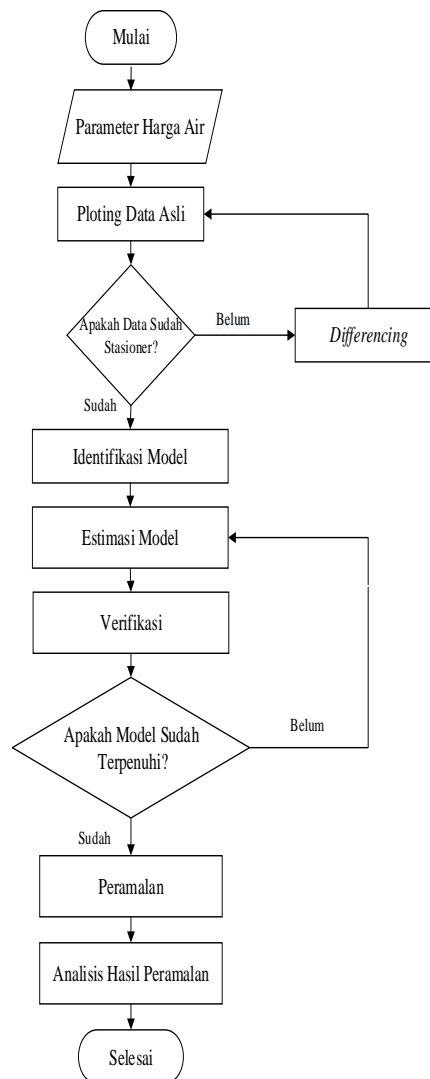
Dalam pengumpulan data ini dilakukan pengamatan secara langsung di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang, melalui tanya jawab secara langsung kepada pihak SIM (Sistem Informasi Manajemen) dan pihak bagian SDM (Sumber Daya Manusia). Data yang didapatkan dari pihak SIM PDAM Kota Malang berupa Format File *Comma Separated Values (CSV)*.

Tabel 3.1. Data Harga Air Pelanggan PDAM

No. Pelanggan	Bulan Tagihan	Pemakaian Air	Harga Air	Tanggal Bayar
56560	201801	3	8100	09/01/2018 00:00
167466	201801	28	102600	26/01/2018 00:00
117082	201801	9	24300	22/01/2018 00:00
167484	201801	0	0	11/01/2018 00:00
99043	201801	17	56400	20/01/2018 00:00
59666	201801	14	43800	09/01/2018 00:00
81172	201801	13	39600	29/01/2018 00:00
129615	201801	10	27000	12/01/2018 00:00
32782	201801	12	35400	02/01/2018 00:00

Sumber Data : PDAM Tirta Dharma Kota Malang

Teknik Analisis Data



Gambar 3.1. Flowchart Metode ARIMA

Flowchart yang akan dibahas adalah mengenai alur perjalanan dalam memprediksi harga air menggunakan metode ARIMA. Proses perhitungan dengan metode ARIMA dapat dilakukan dengan tahap-tahapan sebagai berikut (Amira Herwindyani Hutasuhut, 2014) :

1. Ploting Data

Plot data adalah suatu cara atau langkah pertama untuk menganalisis data yaitu memplot data asli dengan menentukan *time series plot*, *plot ACF*, *plot PACF* dan transformasi *Box-Cox*. Apakah data sudah stasioner dalam mean dan varians atau tidak. Jika data belum stasioner maka perlu dilakukan proses *differencing*.

2. Tahap Identifikasi

Tahap ini mencari model yang dianggap paling sesuai dengan data. Identifikasi model dapat dilakukan dengan mengamati grafik Fungsi Autokorelasi (FAK) dan Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP) digunakan untuk menentukan model dari data tersebut dapat dilakukan dengan melihat pada lag (variabel bebas) terhadap fungsi yang terputus. Jika data terlihat sudah stasioner maka langsung dapat diperkirakan model awalnya.

3. Tahap Estimasi dan Diagnostik

Setelah model awal teridentifikasi adalah mencari estimasi terbaik atau paling efisien untuk parameter dari unsur AR (p) dan MA (q). Dalam tahap ini akan diestimasi parameter-parameter yang tidak diketahui yakni ϕ , θ , dan σ .

4. Verifikasi

Dalam tahap ini diperiksa apakah model yang diestimasi cukup sesuai dengan data yang diunyai. Apabila dijumpai penyimpangan yang cukup serius maka harus dirumuskan kembali model yang baru yang selanjutnya diestimasi dan diverifikasi. Model yang dipilih sebagai pembandingan adalah model yang lebih *parsimony* (sederhana dalam hal parameternya). Kemudian membandingkan masing-masing nilai σ_a^2 . Model yang dipilih adalah model yang σ_a^2 lebih kecil.

5. Peramalan

Metode Peramalan ini menggunakan model yang diterima. Peramalan ini merupakan nilai observasi yang akan datang, bersyarat pada observasi yang telah lalu, Misal diunyai waktu t, berarti sudah di ketahui Z_n (Hutasuhut, 2014) :

$$Z_n(1) = \theta_1 Z_1 - \theta_1^2 Z_{n-1} + \theta_1^3 Z_{n-2} - \dots - \theta_1^{n+1} a_0 \quad (3.1)$$

Dimana :

- Z_n = Data Ramalan
- θ = Parameter
Moving Average
- Z_1 = Data setelah data pertama
- a_0 = Data pertama

HASIL DAN PRMBAHASAN

Pengambilan Data

Data harga air yang digunakan data yang ada di Kota Malang antara lain menggunakan data bulanan dari bulan Januari 2016 sampai dengan Desember 2017. Data bulanan tagihan pembayaran di PDAM Kota Malang yang telah di seleksi hanya 50 pelanggan yang diambil setiap perbulannya dengan jumlah data keseluruhan dari 2016-2017 yaitu 1.200 data.

Analisis Data

Jika data *time series* stasioner maka dapat membuat model *Autoregressive (AR)*, *Moving Average (MA)*, dan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. Untuk mengetahui apakah data tersebut mengikuti AR atau MA (jika iya stasioner maka berapa nilai p dan q pada data *time series*) atau mengikuti proses ARIMA dimana harus mengetahui nilai p,d, dan q, maka dilakukan serangkaian berbagai uji seperti kestasioneran data, proses transformasi, proses *time series plot*, *plot ACF*, *plot PACF*.

Dari hasil *plot Autocorelation Function (ACF)* dan *Partial Autocorelation Function (PACF)* dapat menentukan model peramalan. Jika hasil *plot ACF* lebih signifikansi pada lag 1 maka terjadi penurunan pada *plot PACF* secara eksponensial (bergelombang) setelah lag 1 maka akan di proses dengan AR(1) atau ARIMA (1,1,0) dan apabila hasil *plot PACF* signifikan pada lag 1 maka *plot ACF* mengalami penurunan secara eksponensial (bergelombang) maka dilakukan proses MA(1) atau ARIMA (0,1,1). Namun apabila terjadi *plot PACF* dan *plot ACF* sama-sama terjadi bergelombang maka proses ARIMA (1,1,1).

Penyelesaian menggunakan Software MINITAB

Data dibagi menjadi 2 bagian yaitu data in sample dan data out sample. Data in sample digunakan membangun model sedangkan out sample digunakan untuk validasi hasil peramalan.

Mengacu pada lampiran 1, data in sample diambil dari data bulanan dari bulan Januari 2016 hingga bulan Desember 2017 sebanyak 24 data perpelanggan dan data out sampel di ambil dari data bulan Januari 2018 sampai Desember 2018 sebanyak 12 data.

Dengan menggunakan minitab untuk menguji data tersebut, maka diperoleh model ARIMA (1,0,1) dan (1,1,1) untuk peramalan harga air pelanggan PDAM Kota Malang dengan perolehan MAPE 0,25% atau 5% sebagai standar deviasi.

PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Metode ARIMA dapat meramalkan harga air pelanggan PDAM Kota Malang
- 2) Metode ARIMA untuk peramalan harga air pelanggan PDAM memiliki nilai MSE sebesar 2,56 dan MAPE sebesar 0,25%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian “Prediksi Harga Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang menggunakan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)”. Adapun saran sebagai berikut

1. Untuk perusahaan PDAM Kota Malang diharapkan kedepannya menerapkan metode perkiraan agar setiap pelanggan dapat mengetahui jumlah dana yang akan di keluarkan setiap bulannya.
2. Untuk peneliti atau pembaca diharapkan pada penelitian selanjutnya bisa melakukan penggabungan metode ARIMA dengan metode lainnya agar peramalannya bisa lebih akurat dan lebih baik.
3. Untuk peneliti atau pembaca di harapkan untuk metode ARIMA sendiri untuk dapat diperhitungkan secara manual.
4. Untuk penelitian selanjutnya di PDAM Kota Malang lebih memahami dan mencermati lagi variable data yang ingin digunakan sesuai dengan kebutuhan

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Makridakis, Spyros. 1993. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- [2.] Keputusan Menteri Dalam Negeri No 690-069 Tahun 1992 Tentang Pola Petunjuk Teknis Pengelolaan PDAM
- [3.] Keputusan Menteri Dalam Negeri No 47 Tahun 1999 Tanggal 31 Mei 1999 Yang Berisikan Tentang Pedoman Pengukuran Kinerja Yang Dilihat Dari Dua Aspek Yaitu Finansial Dan Non Finansial.
- [4.] Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 tentang persyaratan kualitas air minum.
- [5.] Hanke, J. E. & Wichers, D. W. (2005). *Business Forecasting Eight Edition*. New Jersey: Pearson Prentice hall

- [6.] Hutasuhut Amira Herwindyani, dkk 2014. “Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan Untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) di CV. Asia”. JURNAL TEKNIK POMITS. Vol. 3, No.2, (2014) ISSN : 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [7.] Pratama Alvian Lingga, 2018 “Analisis dan Peramalan Debit Air Pada Tarif Pelanggan PDAM Kodya Malang Dengan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)”. Jurnal Sains dan Teknologi, Teknik Informatika Universitas Kanjuruhan Malang.