



SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER
STMIK PPKIA PRADNYA PARAMITA

Kampus : Jl. Laksda Adi Sucipto No. 249-A Malang - 65141
Telp. (0341) 412699, Fax. (0341) 412782
Official Website : www.stimata.ac.id E-mail : prodi.ti@stimata.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor :043/J.06/STIMATA/ST/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini, Ketua Program Studi S-1 Teknologi Informasi STMIK PPKIA Pradnya Paramita Malang menugaskan kepada:

| NAMA | NIK/NIP/NIDN |
|--|-------------------|
| Mahmud Yunus, S.Kom., M.Pd., M.T. | 0716087501 |
| Moh. As'ad, S.Si., M.Si | 0728117001 |
| Sujito, S.Kom., M.Pd., MMSI. | 0726037401 |
| Sigit Setyowibowo, S.T., MMSI | 0718067401 |
| Eni Farida, S.Ag., MM | 0714067301 |

Keperluan : Menulis Artikel Seminar Nasional dengan judul "KINERJA MODEL SEASONAL FORECASTING UNTUK MEMREDIKSI JUMLAH KONSUMSI AIR PDAM DI KECAMATAN PAKIS KABUPATEN MALANG"

Pelaksanaan : Semester Gasal 2023/2024

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya serta penuh tanggung jawab dan setelah selesai memberikan laporan kepada Pimpinan.



Malang, 28 November 2023
Ketua Program Studi Teknologi Informasi

Samsul Arifin, S.Kom., MMSI
NIK 11.10.25.004

Program Studi :

D3 – Sistem Informasi
S1 – Sistem Informasi
S1 – Teknologi Informasi



SERTIFIKAT PENGHARGAAN

Nomor : 155/SERTIF-SEMENTIT/UMP-FTI/XII/2023

Dengan bangga diberikan kepada :

Mahmud Yunus

Sebagai : **Penulis**

Dalam SEMINAR NASIONAL INFORMATIKA (SEMENTIT 1) Hasil Penelitian yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknologi Informasi Universitas Merdeka Pasuruan pada hari Sabtu tanggal 16 Desember 2023 bertempat di Aula Gedung Kuliah Bersama Universitas Merdeka Pasuruan



DEKAN

Muhammad Misdrum, S.Kom., M.Kom



KETUA PANITIA

Anang Aris Widodo, S.Kom., M.T

KINERJA MODEL SEASONAL FORECASTING UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH KONSUMSI AIR PDAM DI KECAMATAN PAKIS KABUPATEN MALANG

(Performance of The Seasonal Forecasting Model to Predict The Amount of PDAM Water Consumption in The Pakis, Malang District)

Mahmud Yunus*¹, Mohamad As'ad*², Sujito*³ dan Sigit Setyowibowo*⁴, Ani Farida*⁵

*Program Studi Teknologi Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita

Jl. Laksda Adi Sucipto, 249A Kota Malang

*¹ myoenoes@gmail.com, *² asad@stimata.ac.id, *³ sujito@stimata.ac.id, *⁴ sigit@stimata.ac.id, *⁵ ani@stimata.ac.id

Abstract

The regional public company (Perumda) Tirta Kanjuruhan is a company which operates in the field of providing drinking water or clean water for the community in Malang Regency. One of the visions and missions of Perumda Tirta Kanjuruhan, namely serving customers well, which means providing a clean water supply that will be used by customers, one of which is in Pakis District, Malang Regency. This research aims to predict or predict the amount of clean water consumption in Pakis District, Malang Regency using a good and simple forecasting model. The historical data used is monthly secondary data on clean water consumption by customers in Pakis District for the period January 2020 to April 2023 with a total of 40 data. The forecasting models used are single exponential smoothing (SES), Holt Winter, ETS(A,N,A) and seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA). Of the four models used, it was obtained that the best model used was the ETS(A,N,A) model, namely the model with Additive Error, no trend, and seasonal or Additive seasonality with an alpha (α) value of 0.2445, gamma of 0.0127 with The forecasting accuracy value is RMSE of 9121.66 and MAPE of 2.356262%.

Keywords: Perumda Tirta Kanjuruhan, prediction of the amount of PDAM water usage, ETS(A,N,A).

Abstrak

Perusahaan Umum Daerah (Perumda) Tirta Kanjuruhan merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan air minum atau air bersih bagi masyarakat di Kabupaten Malang. Sesuai dengan salah satu visi dan misi Perumda Tirta Kanjuruhan yaitu melayani pelanggan dengan baik yang dapat berarti menyediakan pasokan air bersih yang akan digunakan oleh pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan yang salah satunya di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang. Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi atau meramalkan jumlah konsumsi air minum atau air bersih di Kecamatan Pakis dengan model peramalan yang baik dan simple. Data histori yang digunakan yaitu data bulanan sekunder konsumsi air bersih oleh pelanggan di kecamatan Pakis mulai dari bulan Januari 2020 sampai dengan April 2023 yang berjumlah 40 data. Model peramalan yang digunakan adalah *single exponensial smoothing (SES)*, *Holt Winter*, *ETS(A,N,A)* dan *seasonal autoregresive integrated moving average (SARIMA)*. Dari empat model yang digunakan, diperoleh model terbaik yang digunakan adalah model *ETS(A,N,A)*, yaitu model dengan *Error* bersifat *Additive*, *None Trend* dan musiman atau *seasonal* bersifat *Additive* dengan nilai *alpha* (α) sebesar 0.2445, *gamma* sebesar 0.0127 dengan nilai akurasi peramalan yaitu RMSE sebesar 9121.66 dan MAPE sebesar 2.356262 %.

Kata kunci: Perumda Tirta Kanjuruhan, prediksi jumlah pemakaian air bersih, ETS(A,N,A).

PENDAHULUAN

Perumda Tirta Kanjuruhan merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan air minum atau air bersih bagi masyarakat luas di Kabupaten Malang, Jawa Timur, Indonesia. Pada awalnya Perumda Tirta Kanjuruhan didirikan berdasarkan Peraturan Daerah Nomor: 6 Tahun 1981 dengan modal pertama melayani 3 (tiga) Kecamatan dengan 4.823 pelanggan dan jumlah pegawai sebanyak 48 orang dan menjadi satu-satunya badan usaha milik daerah yang menyediakan layanan air minum atau air bersih di Kabupaten Malang. Perumda Tirta Kanjuruhan bertanggung jawab untuk menyediakan air minum yang aman dan berkualitas untuk masyarakat Kabupaten Malang. Selain itu, perusahaan ini juga bertanggung jawab untuk mengelola air limbah agar tidak mencemari lingkungan.

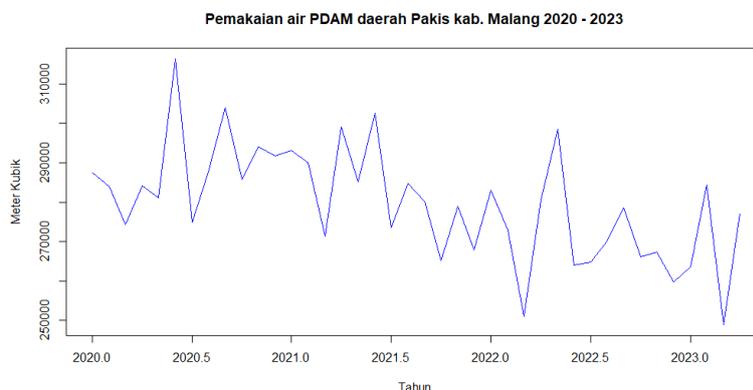
Seiring dengan pertumbuhan organisasi perusahaan dan jumlah pelanggan yang terus berkembang dan harus dilayani dengan baik, Perumda Tirta Kanjuruhan terus berbenah baik dari sisi manajemen organisasi maupun mutu layanan kepada pelanggan. Hal ini sejalan dengan Visi perusahaan yang akan “Menjadi Perusahaan Umum Daerah Terbaik di Jawa Timur Tahun 2024”. Sedangkan Misi perusahaan yang ingin dicapai adalah “Memberikan Pelayanan Prima, Meningkatkan Produktivitas Sumber Daya Manusia (SDM) Melalui Pemberdayaan dan Kesejahteraan, Membangun Sistem Informasi dan Komunikasi Terintegrasi, Melaksanakan Konservasi Sumber Air Secara Konsisten”. Diharapkan Visi dan Misi tersebut dapat tercapai dengan baik pada tahun 2024.

Berdasarkan Visi dan Misi yang harus dicapai, maka Perumda Tirta Kanjuruhan harus bekerja keras untuk menggapai hal tersebut yang salah satunya adalah peningkatan pendapatan dengan menyediakan kubikasi air yang cukup dan disalurkan ke pelanggan, mengurangi kebocoran dan kehilangan air yang tidak tercatat sebagai pendapatan dan peningkatan jumlah pelanggan baru. Dari Visi dan Misi Perumda Tirta Kanjuruhan tersebut serta usaha yang dilakukan, maka penelitian ini mengambil judul / tema “Kinerja Model *Seasonal Forecasting* Untuk Memprediksi Jumlah Konsumsi Air Pdam di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang”. Upaya penelitian ini dilakukan supaya bisa dipakai sebagai acuan dalam menyediakan kebutuhan air minum atau air bersih yang cukup bagi semua pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan khususnya di kecamatan Pakis Kabupaten Malang untuk masa yang akan datang.

METODE

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah beberapa model peramalan yang musiman untuk diperbandingkan hasil peramalan dengan menggunakan kriteria perbandingan nilai akurasi peramalan. Beberapa model yang digunakan adalah model *single exponential smoothing*, *Holt Winter*, *exponential smoothing state-space (ETS)* dan *autoregressive integrated moving average (ARIMA)*. Dalam melakukan analisis data digunakan *open source software R-Package Statistics*.

Data yang digunakan adalah data bulanan pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di kecamatan Pakis Kabupaten Malang. Data yang digunakan mulai dari bulan Januari 2020 sampai dengan bulan April 2023 dengan jumlah data sebanyak 40 data. Penggunaan model *single exponential smoothing*, *Holt Winter*, *exponential smoothing state-space (ETS)* dan *ARIMA* dikarenakan jumlah data yang sedikit dan digunakan model yang mudah dengan akurasi peramalan yang cukup tinggi. Data disajikan secara grafik dalam gambar 1 dibawah ini (Perumda Tirta Kanjuruhan, 2023).



Gambar 1. Pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang periode Januari 2020 hingga April 2023

Dari gambar 1 tampak tidak ada trend naik atau turun, sehingga tidak digunakan model *double exponential smoothing* untuk model yang mengandung trend. Untuk memastikan adanya trend atau tidak, diuji dengan menggunakan uji Dicky Fuller test (D-F test). Hipotesis uji statistik D-F test adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \delta = 0 \text{ (terdapat unit root, tidak stasioner)}$$

$$H_1 : \delta \neq 0 \text{ (tidak terdapat unit root, stasioner)}$$

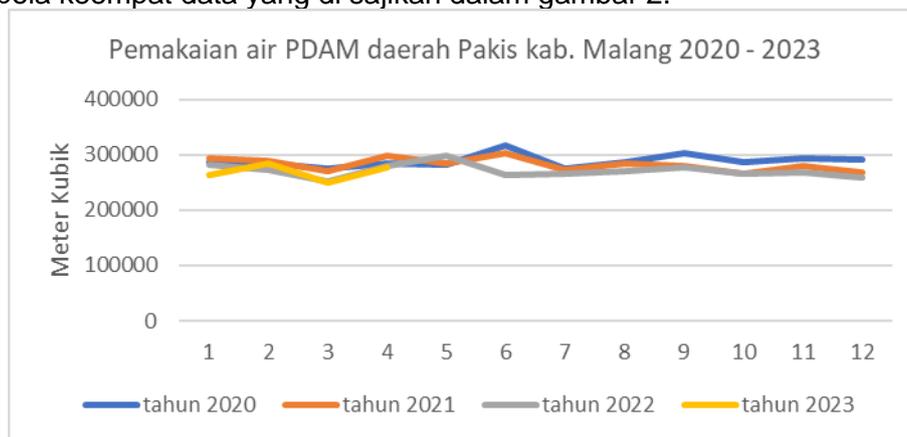
Hasil uji D-F test sebagai berikut (As'ad, et al, 2020):

Tabel 1. Hasil uji Dicky Fuller test data pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang

| Augmented Dickey-Fuller Test | |
|---|--|
| data: data1 | |
| Dickey-Fuller = -3.5977, Lag order = 3, p-value = 0.04583 | |
| alternative hypothesis: stationary | |

Dari tabel 1 diperoleh hasil uji statistik Dickey-Fuller test sebesar -3.5977 dengan nilai p-value sebesar 0.04583. Dengan menggunakan tingkat error atau alpha (α) sebesar 5 %, dibanding dengan nilai p-value sebesar 0.04583. Nilai p-value (0.04583) lebih kecil dari alpha (0.05), maka kesimpulannya adalah terima H_1 (tolak H_0) berarti data stasioner. Penggunaan model single exponential smoothing untuk meramalkan jumlah pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang, sebagai kontrol karena model ini cocok untuk data yang stasioner.

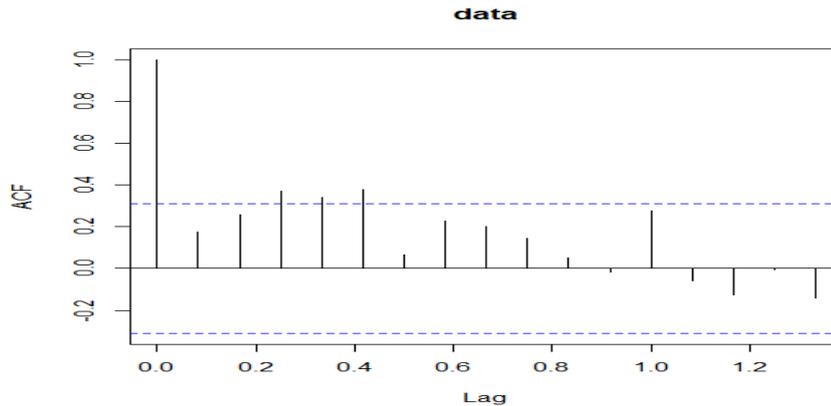
Untuk melakukan analisis, apakah data mengandung musiman atau tidak sepintas secara grafik pada gambar 1, tidak menunjukkan adanya pola musiman. Data pemakaian air pelanggan ini merupakan data bulanan selama kurang lebih 4 tahun, sehingga memungkinkan terjadinya musiman. Untuk analisis secara grafik lebih lanjut dilakukan dengan membagi data menjadi 4 bagian atau pertahun dan di plot bersama sama, jika ada musiman pola dari keempat data tersebut akan cenderung sama. Berikut pola keempat data yang di sajikan dalam gambar 2.



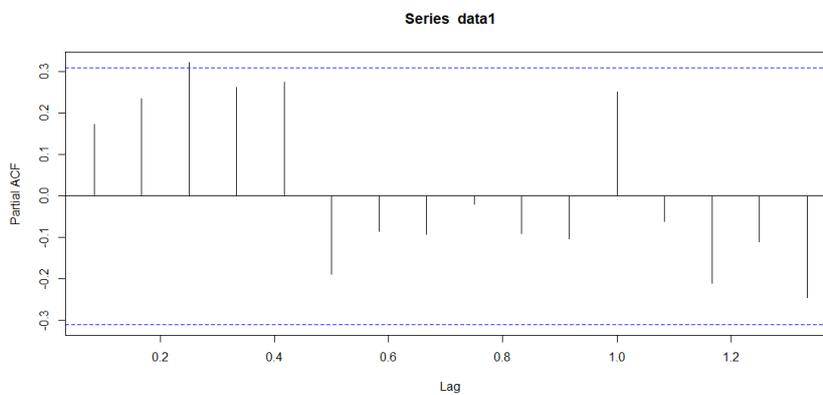
Gambar 2. Pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang periode tahun 2020 hingga 2023

Dari gambar 2, terlihat disetiap bulan mempunyai pola data yang hampir sama (sama-sama turun atau sama-sama naik). Ini menunjukkan adanya pola musiman pada data, walaupun secara uji statistik belum dilakukan uji pola musiman. Berikut dilakukan

perhitungan *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) dalam bentuk grafik.



Gambar 3. Hasil perhitungan ACF dalam bentuk grafik



Gambar 4. Hasil perhitungan PACF dalam bentuk grafik

Dari gambar 3 dan gambar 4, hasil perhitungan ACF dan PACF tampak grafik pada lag-lag tertentu mempunyai pola bergelombang naik dan turun, ini berarti bahwa terdapat pola musiman, walaupun pola musiman tersebut tidak terlalu tampak tetapi akan digunakan model peramalan musiman.

Berikut dilakukan analisis data dengan pemodelan *single exponential smoothing*, *Holt Winter*, *exponential smoothing state-space (ETS)* dan *seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA)*.

Model *single exponential smoothing (SES)*

Data yang mempunyai pola stasioner, yang cocok untuk analisis adalah model *single exponential smoothing*. Model SES dapat ditilis sebagai berikut (Maulina and Anggraeni, 2022) :

$$y_t = y_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - y_{t-1}) \dots \dots \dots (1)$$

Model *Holt Winter*

Model *exponential smoothing* untuk data yang berpola musiman adalah model *Holt Winter*. Model *Holt Winter* ada dua yaitu model *additive* dan *multiplikative*. Dalam

penelitian ini model yang digunakan adalah model *Holt Winter additive* karena pola datanya mungkin mengandung pola musiman *additive* yaitu model tidak terdapat perubahan amplitudo dalam musimannya. Model *Holt Winter additive* dapat ditulis sebagai berikut (Hyndman and Athanasopoulos, 2021) :

$$y_{t+h|t} = l_t + h b_t + s_{t+h-m(k+1)} \dots \dots \dots (2)$$

Model exponential smoothing state-space (ETS)

Model komposisi untuk *exponential smoothing* yaitu model gabungan antara pola *stasioner*, *trend* dan musiman disebut model **Error, Trend, Seasonal (ETS)** atau dikenal juga sebagai model *exponential smoothing state-space*. Menurut Hyndman ada 30 model dari *ETS*. Model *ETS* pada huruf **E** (*error*), **T** (*trend*) dan **S** (*seasonal*) mempunyai pilihan **Additive**, **Multiplikative** dan **None**. Pada penelitian ini dipilih satu model *ETS* yang paling cocok untuk dipakai dalam meramalkan pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang yaitu *ETS(A,N,A)*. Model ini *ETS(A,N,A)* berarti **Error** nya bersifat **Additive**, **Trend** nya **None** dan **Seasonal** nya **Additive**. Model *ETS(A,N,A)* dapat ditulis sebagai berikut (Hyndman and Athanasopoulos, 2021; Jofipasi, et al, 2017) :

$$\sigma_h^2 = \sigma^2 [1 + \sigma^2(h - 1) + \gamma k(2\alpha + \gamma)] \dots \dots \dots (3)$$

Model seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA)

Model *ARIMA* adalah model *autoregressive (AR)* yang di gabung dengan model *moving average (MA)* yang juga bisa digunakan untuk model yang mengandung pola *trend*. Supaya model bisa *stasioner* sebelum dilakukan pemodelan maka faktor *trend* harus dihilangkan dengan *differencing* atau perbedaan. Model tersebut dikenal sebagai model *autoregressive integrated moving average (ARIMA)*. Model *ARIMA* juga bisa digunakan untuk pola yang mengandung musiman, sehingga disebut sebagai model *seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA)*. Model *SARIMA* bisa ditulis sebagai berikut (Cristie et al, 2022) :

$$\Phi_p (B^s)\phi_p (B)(1 - B)^d(1 - B^s)^p Z_t = \theta_q (B)\Theta_q (B^s)\alpha_t \dots \dots \dots (4)$$

Akurasi Peramalan

Untuk membandingkan model yang akurat secara umum digunakan nilai akurasi peramalan. Nilai akurasi peramalan yang digunakan membandingkan model dalam penelitian ini diantaranya adalah : *root mean square error (RMSE)* dan *mean absolute percentage error (MAPE)*. Nilai *RMSE* dan *MAPE* terkecil merupakan model yang terbaik dari model yang dibandingkan. Untuk menghitung *RMSE* dan *MAPE* dapat digunakan persamaan berikut (Ali and Bintang, 2022):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \dots \dots \dots (5)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right| \dots \dots \dots (6)$$

Menurut Nabila & Ranggadara (2020), nilai *MAPE* dapat dikategorikan menjadi empat sebagai berikut pada tabel 2.

Tabel 2. Pembagian kategori *MAPE* menurut Nabila & Ranggadara (2020)

| Nilai <i>MAPE</i> | Keterangan |
|-------------------|--------------|
| < 10 % | Sangat Bagus |
| 10 – 20 % | Bagus |
| 20– 50 % | Layak |
| >50 % | Jelek |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari gambar 1 dan uji test D-F test pada tabel 1, dinyatakan data mempunyai pola stasioner, sehinggann model *single exponensial smoothing (SES)* cocok untuk memodelkan prediksi jumlah pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang. Berdasarkan gambar 2, yaitu grafik pemakaian jumlah air bulanan pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang dengan selang pertahun, didapat model yang hampir sama polanya di setiap bulan. Hal ini menunjukkan adanya pola musiman walaupun pola tersebut tidak bergitu tampak. Berdasarkan gambar 3 plot ACF dan gambar 4 plot PACF terdapat pola yang membentuk gelombang yang berulang pada lag-lag tertentu. Hal itu menunjukkan data mengandung pola musiman, sehingga pemodelan menggunakan model peramalan musiman bisa dilakukan. Untuk model kedua, ketiga dan keempat yaitu model *Holt Winter, ETS dan SARIMA*. Berikut hasil analisis data menggunakan bantuan software R-Package Statistics digunakan untuk memodelkan keempat model tersebut.

Hasil pemodelan *single exponensial smoothing (SES)*

Hasil analisis data model simple exponential smoothing (*SES*) disajikan dalam tabel 3 :

Tabel 3. Hasil running model *SES*.

| Model Information: Simple exponential smoothing | |
|---|----------|
| Call: | |
| ses(y = data1) | |
| Smoothing parameters: | |
| alpha = 0.1783 | |
| Initial states: | |
| l = 286378.5779 | |
| sigma: 13090.13 | |
| Error measures: | |
| RMSE | MAPE |
| 12758.68 | 3.599258 |

Dari tabel 3 diperoleh model *SES* dengan nilai alpha (α) sebesar 0.1783 dengan nilai akurasi peramalan yaitu RMSE sebesar 12758.68 dan MAPE sebesar 3,599258 %.

Hasil pemodelan *Holt Winter*

Hasil *running* data model *Holt Winter* disajikan dalam tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil running model *Holt Winter*

| | |
|--|----------|
| Holt-Winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component. | |
| Call: HoltWinters(x = data1) | |
| Smoothing parameters: | |
| alpha: 0.121621 | |
| beta : 0.03987237 | |
| gamma: 0.3467017 | |
| Error measures: | |
| RMSE | MAPE |
| 10370 | 2.414852 |

Dari tabel 4 diperoleh model Holt Winter dengan nilai alpha (α) sebesar 0.121621, beta sebesar 0.03987237, gamma sebesar 0.3467017 dengan nilai akurasi peramalan yaitu RMSE sebesar 10370 dan MAPE sebesar 2.414852 %.

Hasil pemodelan *exponensial smoothing state-space (ETS)*

Hasil analisis data model *ETS* disajikan dalam tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil running model *ETS(A,N,A)*

| | |
|-------------------------------------|----------|
| ETS(A,N,A) | |
| Call: ets(y = data1, model = "ANA") | |
| Smoothing parameters: | |
| alpha = 0.2445 | |
| gamma = 0.0127 | |
| Error measures: | |
| RMSE | MAPE |
| 9121.66 | 2.356262 |

Dari tabel 5 diperoleh model *ETS(A,N,A)* yaitu model dengan *Error* bersifat *Additive*, *No Trend* dan musiman atau *seasonal* bersifat *Additive* dengan nilai *alpha* (α) sebesar 0.2445, *gamma* sebesar 0.0127 dengan nilai akurasi peramalan yaitu RMSE sebesar 9121.66 dan MAPE sebesar 2.356262 %.

Hasil pemodelan *seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA)*

Hasil *running* data model *SARIMA* disajikan dalam tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil running model *ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12]*

| | | | | |
|---|---|----------|------------|---------------|
| Series: data1 : ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] | | | | |
| ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] | | | | |
| Coefficients: | | | | |
| | ma1 | ma2 | sar1 | |
| | -1.1375 | 0.4707 | 0.5122 | |
| | s.e. | 0.1661 | 0.1976 | 0.1556 |
| sigma^2 = 118659903: log likelihood = -418.84 | | | | |
| Error measures: | | | | |
| | RMSE | MAPE | | |
| | 10334.11 | 2.622413 | | |
| z test of coefficients: | | | | |
| | Parameter | Estimate | Std. Error | z value |
| | ma1 | -1.13754 | 0.16605 | -6.8504 |
| | ma2 | 0.47065 | 0.19762 | 2.3816 |
| | sar1 | 0.51225 | 0.15559 | 3.2924 |
| | | | | Pr(> z) |
| | | | | 7.362e-12 *** |
| | | | | 0.0172398 * |
| | | | | 0.0009935 *** |
| | --- | | | |
| | Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 | | | |

Hasil dari tabel 6 diperoleh dengan *running command auto.arima* pada R-package diperoleh model SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] yaitu model musiman dengan *single differencing non sesonal, moving average periode 2, autoregressive musiman periode tunggal dengan panjang musiman 12*. Model SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] dengan nilai parameter ma_1 sebesar -1.13754, ma_2 sebesar 0.47065, seasonal AR(1) sebesar 0.51225. Uji t parameter yang didekati dengan uji Z pada parameter ma_1 , ma_2 dan sar_1 semua signifikan dengan ditandai * pada $Pr(>|z|)$ atau nilai tingkat kesalahan yang di digunakan sebesar 5% masih lebih besar dari nilai $Pr(>|z|)$ pada ma_1 , ma_2 dan sar_1 . Model SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] mempunyai nilai akurasi peramalan yaitu RMSE sebesar 10334.11 dan MAPE sebesar 2.622413 %.

Uji White Noise

Uji white noise yaitu uji terhadap sisaan dari model SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] yang harus berdistribusi normal (dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov) dan error atau sisaan dari model SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] harus bebas autokorelasi (dilakukan dengan uji plot ACF residual). Hasil uji normalitas sisaan (error) dan uji bebas autokorelasi sisaan (error) dari model SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12], sebagai berikut :

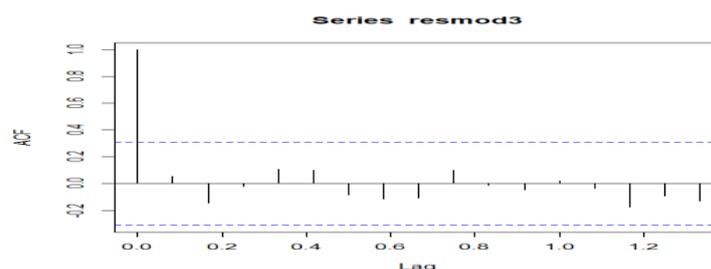
Uji Normalitas Sisaan

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas Sisaan

| Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test |
|--|
| data: resmod3 |
| D = 0.675, p-value < 2.2e-16 |
| alternative hypothesis: two-sided |

Hasil uji normalitas sisaan (**Tabel 7**) dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh nilai K-S test sebesar 0.675 dengan p-value sebesar 2.2e-16. Nilai tingkat kesalahan yang di digunakan di penelitian ini sebesar 5%, sedangkan nilai p-value sebesar 2.2e-16 yang berarti terima H_1 (tolak H_0) data berdistribusi normal. Uji normalitas sisaan atau errornya memenuhi.

Uji bebas autokorelasi sisaan



Gambar 5. Hasil plot nilai ACF sisaan (error)

Uji bebas autokorelasi sisaan dilakukan dengan cara melakukan plotting nilai ACF terhadap lag. Dari gambar 5 tampak nilai ACF di setiap lag tidak terdapat nilai ACF yang melebihi garis batas biru putus-putus (atas dan bawah). Hal ini berarti tidak ada nilai autokorelasi yang signifikan atau dapat dikatakan tidak ada autokorelasi diantara sisaan, yang berarti sifat white noise sudah memenuhi (sisaan berdistribusi normal dan bebas autokorelasi).

Hasil perhitungan akurasi Peramalan

Dari hasil analisis data ke empat model diatas yaitu model *SES*, *Holt Winter*, *ETS(A,N,A)* dan *SARIMA (0,1,2)(1,0,0)[12]*, diperoleh nilai akurasi peramalan masing-masing model yang disajikan di tabel 8 berikut :

Tabel 8. Hasil perhitungan nilai akurasi peramalan dari keempat model

| Model | RMSE | MAPE |
|---------------------------|----------------|-----------------|
| SES | 12758.68 | 3.599258 |
| Holt Winter | 10370.00 | 2.414852 |
| ETS (A,N,A) | 9121.66 | 2.356262 |
| SARIMA (0,1,2)(1,0,0)[12] | 10334.11 | 2.622413 |

Pada tabel 8 bisa kita lihat hasil perhitungan nilai akurasi peramalan dari keempat model, dimana nilai terkecil untuk *RMSE* dan *MAPE* terdapat pada model *ETS(A,N,A)* yang masing-masing nilainya *RMSE* sebesar 9121.66 dan nilai *MAPE* sebesar 2,356262%. Dari perhitungan nilai *RMSE* dan nilai *MAPE* yang terkecil yang berarti model terbaik adalah model *ETS(A,N,A)*. Menurut Nabila & Ranggadara (2020) di tabel 2, dari keempat model yang masing-masing mempunyai nilai *MAPE* dibawah 10% yang berarti keempat model masih tergolong model peramalan yang sangat bagus.

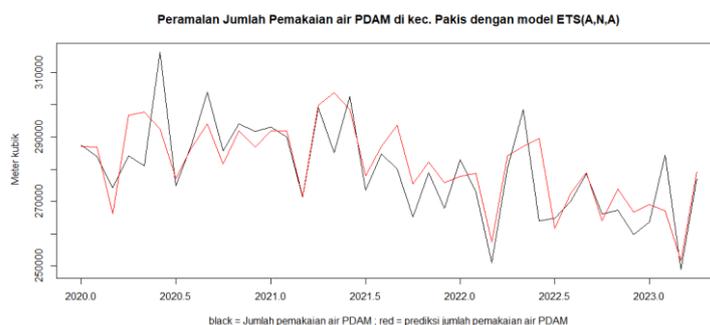
Peramalan

Hasil dari penelitian ini yaitu model terbaik (*ETS(A,N,A)*) dapat digunakan untuk meramalkan jumlah pemakaian air PDAM di Pakis untuk beberapa periode yang akan datang. Untuk peramalan tiga periode yang akan datang hasilnya adalah pada tabel 9 berikut :

Tabel 9. Hasil peramalan tiga periode yang akan (Mei, Juni dan Juli 2023)

| Bulan | Mei | Juni | Juli |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Hasil Peramalan (m ³) | 282,645.3 | 281,878.2 | 260,591.6 |

Grafik jumlah pemakaian air PDAM di Pakis dan prediksi jumlah pemakaian air PDAM di Pakis dengan model *ETS(A,N,A)* disajikan dalam gambar 6 berikut:



Gambar 6. Grafik jumlah pemakaian air PDAM dan prediksinya dengan model *ETS(A,N,A)*

Dari grafik gambar 6 dan data peramalan 3 periode kedepan pada tabel 9, kemungkinan terjadi penurunan pemakain air oleh pelanggan di kecamatan Pakis.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan memprediksi jumlah pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang dengan menggunakan model peramalan yang

mudah dan simple diperoleh kesimpulan model terbaik dari empat model yang digunakan yaitu : *single exponential smoothing (SES)*, *Holt Winter*, *ETS(A,N,A)* dan *sesional autoregresive integrated moving average (SARIMA)* adalah model *ETS(A,N,A)*, dengan nilai akurasi peramalan RMSE sebesar 9121.66 dan MAPE sebesar 2.356262. Model *ETS(A,N,A)*, yaitu model dengan *Error* bersifat *Additive*, *None Trend* dan musiman atau seasonal bersifat *Additive* Pada model *ETS(A,N,A)* terbaik yang digunakan dengan nilai alpha sebesar 0,2445 dan nilai gamma sebesar 0,0127 dapat digunakan untuk peramalan jumlah pemakain air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang sebagai acuan bagi manajemen produksi air minum atau air di Perumda Tirta Kanjuruhan Kabupaten Malang.

Pada penelitian selanjutnya supaya ditambahkan data terbaru, jika menggunakan model *ETS(A,N,A)*. Selain itu juga digunakan model artificial intelligence (AI) atau juga model Neural Network (NN) dengan menambah jumlah data penelitian,

UCAPAN TERIMA KASIH (optional)

Terima kasih kami ucapkan kepada pihak Perumda Tirta Kanjuruhan atas data yang diberikan dan panitia seminar nasional "SEMENIT" Universitas Merdeka Pasuruan atas kejasama dalam penerimaan naskah penelitian dalam seminar ini.

DAFTAR PUSTAKA

Perumda Tirta Kanjuruhan, Kabupaten Malang, 2023

As'ad, M. Sujito and Setyowibowo, S., (2020), Kinerja Model Peramalan Single Exponential Smoothing Dan Double Exponential Smoothing Dalam Memprediksi Harga Emas Harian, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK) Vol 4 (1). Pp. 273-281.

Maulina, R. and Anggraeni, D.P., (2022), Metode SingleExponential Smoothing(SES)pada Peramalan Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia, *Evolusi: Journal of Mathematics and Sciences*, vol. 6 (2). Pp. 111-120.

Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G., 2021, *Forecasting Principles and Practice, 3rd edition*, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp3. Accessed on October, 20 2022

Jofipasi, C.A., Miftahuddin & Hizir, (2017), " Selection for the best ETS (error, trend, seasonal) model to forecast weather in the Aceh Besar District", *The 7th AIC-ICMR on Sciences and Engineering*, I O Publising. doi:10.1088/1757-899X/352/1/012055

Christie, G., Hatidja D. And Tumilar, R. (2022), " Penerapan Metode SARIMA dalam Model Intervensi Fungsi Step untuk Memprediksi Jumlah Pegunjung Objek Wisata Londa", *Jurnal Ilmiah Sains*, vol. 22(2), pp. 96-103

Ali, M.T., and Bintang, A., (2022), " Pengendali Persediaan Barang Menggunakan Metode Single Exponential Smothing untuk Peramalan Penjualan", *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, vol. 4(4). Pp. 197-202.

Nabila, I. & Ranggadara, I. (2020), Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut, *Journal of Information System*, 5(2). 250-255.
DOI: 10.33633/joins.v5i2.3900



KINERJA MODEL SEASONAL FORECASTING UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH KONSUMSI AIR PDAM DI KEC. PAKIS KAB. MALANG

SEMENTIT – UNMER PASURUAN - 2023

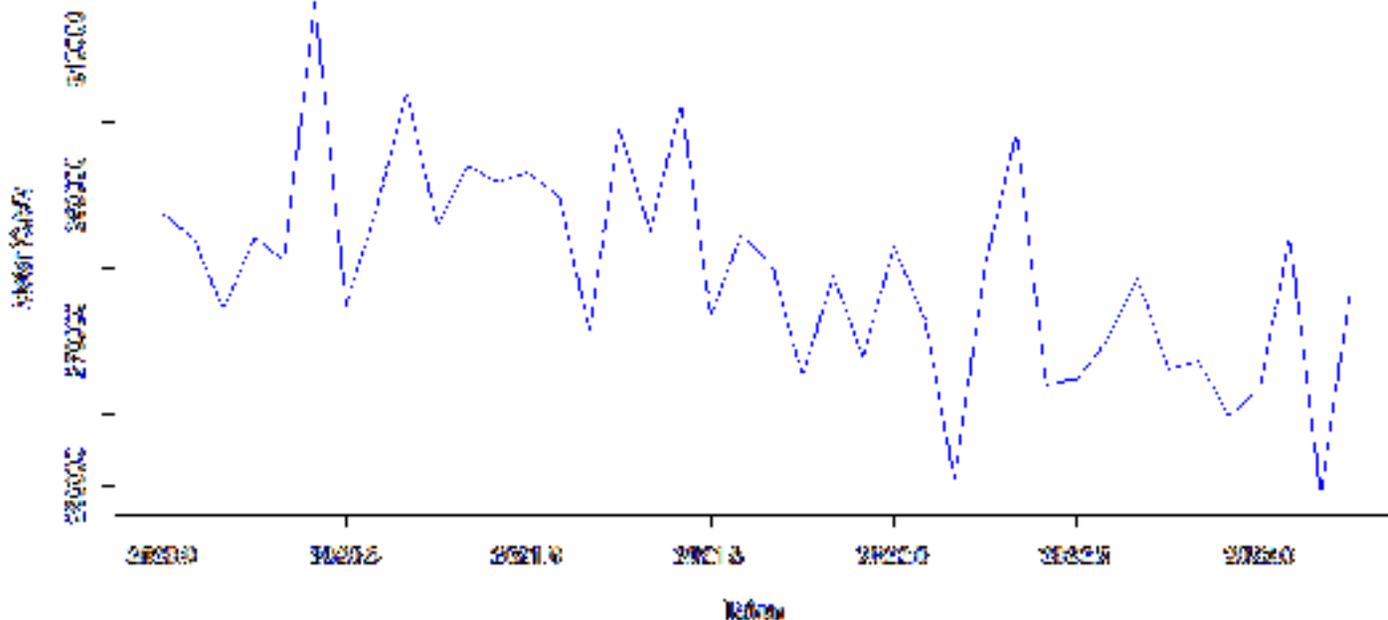


Pendahuluan

- Perusahaan Umum Daerah (Perumda) Tirta Kanjuruhan merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan air minum atau air bersih bagi masyarakat di Kabupaten Malang
- Salah satu misi Perumda Tirta Kanjuruhan adalah melayani pelanggan dengan baik yang berarti dapat menyediakan pasokan air bersih yang akan digunakan oleh semua pelanggannya, yang salah satunya ada di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang
- Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah model peramalan yang dapat memprediksi jumlah konsumsi bersih oleh pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan, khususnya di Kecamatan Pakis dengan model peramalan yang baik dan mudah (simple)
- Data penelitian yang digunakan adalah data pemakaian air bersih oleh pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang selama periode Januari 2020 hingga April 2023
- Manfaat yang ingin diperoleh adalah hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menyediakan kebutuhan air minum atau air bersih yang cukup bagi semua pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan khususnya di kecamatan Pakis Kabupaten Malang untuk masa yang akan datang

Data & Metode Penelitian

- Data penelitian yang digunakan adalah data bulanan pemakaian air oleh pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang periode Januari 2020 hingga April 2023 sejumlah 40 data. Data yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 1 berikut;



Data dan Metode Penelitian

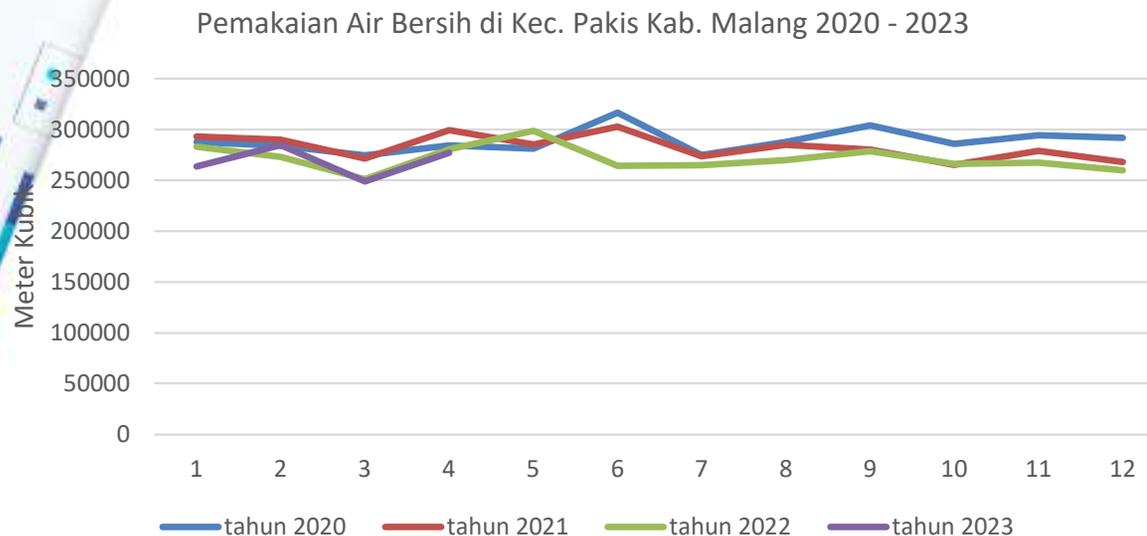
- Metode penelitian yang digunakan adalah beberapa model peramalan yang musiman untuk diperbandingkan hasil peramalannya dengan menggunakan kriteria perbandingan nilai akurasi peramalan
- Beberapa model yang digunakan adalah model *Single Exponential Smoothing*, *Holt Winter*, *Exponential Smoothing State-space* (ETS) dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), hal ini dikarenakan jumlah data yang sedikit dan model dapat diimplementasikan dengan mudah namun tetap memiliki akurasi peramalan yang tinggi.
- Dari gambar 1 tampak tidak ada trend naik atau turun, namun untuk memastikan adanya trend atau tidak, data dapat diuji dengan menggunakan uji Dicky Fuller test (D-F test).

Tabel 1. Hasil uji Dicky Fuller test data pemakaian air pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang

| Augmented Dickey-Fuller Test |
|---|
| data: data1 |
| Dickey-Fuller = -3.3877, Lag order = 3, p-value = 0.04583 |
| alternative hypothesis: stationary |

Data dan Metode Penelitian

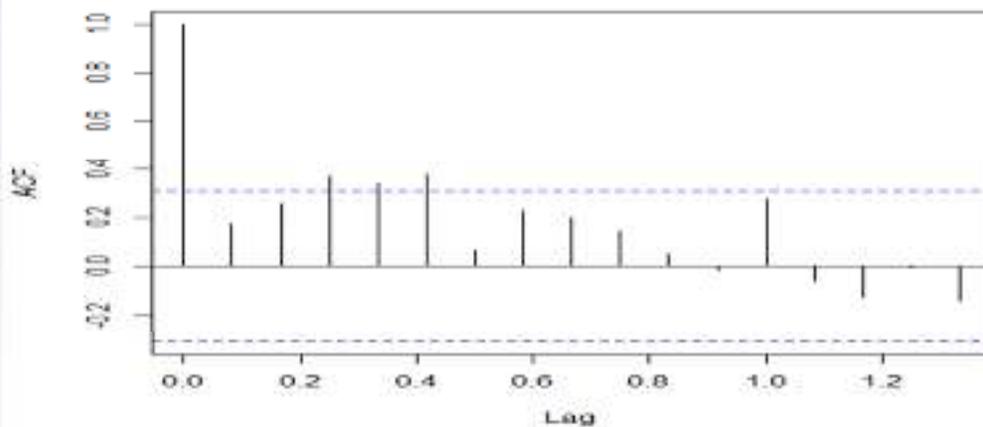
- Penggunaan model Single Exponensial Smoothing untuk meramalkan jumlah pemakaian air pelanggan, dapat digunakan sebagai kontrol karena model ini cocok untuk data yang stasioner.
- Untuk analisis lebih lanjut dilakukan dengan membagi data menjadi 4 bagian atau pertahun, jika ada pola musiman, maka pola dari keempat data tersebut akan cenderung sama. Berikut pola keempat data yang di sajikan dalam gambar 2.



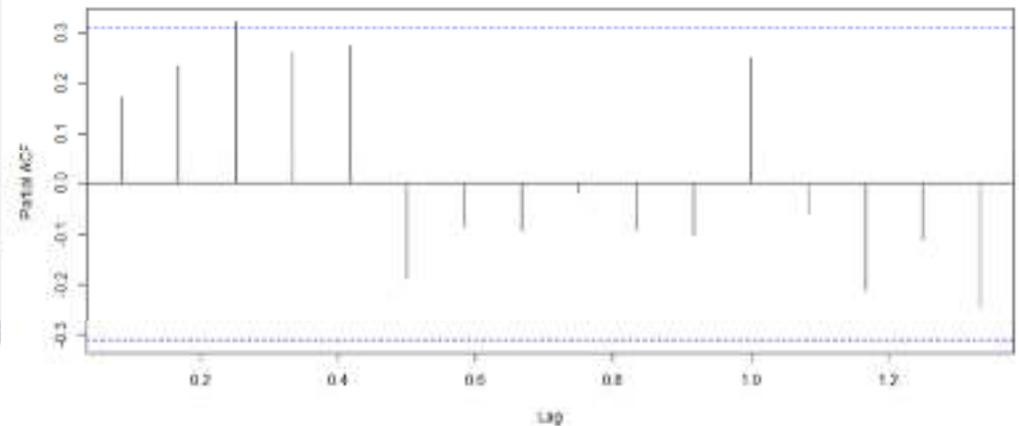
- Dari gambar 2, terlihat disetiap bulan mempunyai pola data yang hampir sama. Ini menunjukkan adanya pola musiman pada data, walaupun secara uji statistik belum dilakukan uji pola musiman.

Data dan Metode Penelitian

• Hasil perhitungan Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF) dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada gambar 3 dan 4



Gambar 3. Hasil perhitungan ACF



Gambar 4. Hasil perhitungan PACF

• Dari gambar 3 dan gambar 4, hasil perhitungan ACF dan PACF tampak grafik pada lag-lag tertentu mempunyai pola bergelombang naik dan turun, ini berarti bahwa terdapat pola musiman, walaupun pola musiman tersebut tidak terlalu tampak tetapi akan digunakan model peramalan musiman.

Data dan Metode Penelitian

- Untuk membandingkan model yang akurat secara umum digunakan nilai akurasi peramalan. Nilai akurasi peramalan yang digunakan untuk membandingkan model adalah : Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right|$$

- Menurut Nabila & Ranggadara (2020), nilai MAPE dapat dikategorikan menjadi empat sebagai berikut pada tabel 2.

Tabel 2. Pembagian kategori MAPE menurut Nabila & Ranggadara (2020)

| Nilai MAPE | Keterangan |
|------------|--------------|
| < 10 % | Sangat Bagus |
| 10 – 20 % | Bagus |
| 20– 50 % | Layak |
| >50 % | Jelek |

Hasil & Pembahasan

- Hasil analisis data model **Simple Exponential Smoothing (SES)** disajikan dalam tabel 3 berikut;

Tabel 3. Hasil running model SES.

| Model Information: Simple exponential smoothing | |
|---|----------|
| Call: | |
| ses(y = data1) | |
| Smoothing parameters: | |
| alpha = 0.1783 | |
| Initial states: | |
| l = 299872.5779 | |
| sigma = 13090.13 | |
| Error measures: | |
| RMSE | MAPE |
| 12758.68 | 3.599258 |

- Dari tabel 3 diperoleh model SES dengan nilai alpha (α) sebesar 0.1783 dengan nilai akurasi peramalan yaitu **RMSE sebesar 12,758.68** dan **MAPE sebesar 3.599258%**.

Hasil & Pembahasan

Hasil analisis data model **Holt Winter** disajikan dalam tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil running model *Holt Winter*

| | |
|---|----------|
| Holt-Winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component. Call: <code>HoltWinters(x = data1)</code> | |
| Smoothing parameters: alpha: 0.121621 <u>beta</u> : 0.03987237 gamma: 0.3467017 | |
| Error measures: | |
| RMSE | MAPE |
| 10370 | 2.414852 |

Dari tabel 4 diperoleh model Holt Winter dengan **nilai alpha (α) sebesar 0.121621, beta sebesar 0.03987237, gamma sebesar 0.3467017** dengan nilai akurasi peramalan yaitu **RMSE sebesar 10,370 dan MAPE sebesar 2.414852%**.

Hasil & Pembahasan

Hasil analisis data model **model ETS** disajikan dalam tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil running model *ETS(A,N,A)*

| ETS(A,N,A) | |
|--|----------|
| Call: <code>ets(y = data1, model = "ANA")</code> | |
| Smoothing parameters: | |
| alpha = 0.2445 | |
| gamma = 0.0127 | |
| Error measures: | |
| RMSE | MAPE |
| 9121.66 | 2.356262 |

Dari tabel 5 diperoleh model *ETS(A,N,A)* yaitu model dengan Error bersifat Additive, No Trend dan musiman bersifat Additive dengan **nilai alpha (α) sebesar 0.2445, gamma sebesar 0.0127** dengan nilai akurasi peramalan **yaitu RMSE sebesar 9,121.66 dan MAPE sebesar 2.356262%**

Hasil & Pembahasan

Hasil analisis data model **model SARIMA** disajikan dalam tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil running model ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12]

| Series: data1 : ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] | | | | |
|---|----------|------------|---------|---------------|
| ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] | | | | |
| Coefficients: | | | | |
| ma1 | ma2 | sar1 | | |
| -1.1375 | 0.4707 | 0.5122 | | |
| s.e. | 0.1661 | 0.1976 | 0.1556 | |
| sigma^2 = 118659903: log likelihood = -418.84 | | | | |
| Error measures: | | | | |
| RMSE | | MAPE | | |
| 10334.11 | | 2.622413 | | |
| z test of coefficients: | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
| ma1 | -1.13754 | 0.16605 | -6.8504 | 7.362e-12 *** |
| ma2 | 0.47065 | 0.19762 | 2.3816 | 0.0172398 * |
| sar1 | 0.51225 | 0.15559 | 3.2924 | 0.0009935 *** |
| --- | | | | |
| Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 | | | | |

Hasil dari tabel 6 diperoleh Model **SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12]** dengan nilai parameter **ma1** sebesar **-1.13754**, **ma2** sebesar **0.47065**, **seasonal AR(1)** sebesar **0.51225**. Model **SARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12]** mempunyai nilai akurasi peramalan yaitu **RMSE** sebesar **10334.11** dan **MAPE** sebesar **2.622413%**.

Hasil & Pembahasan

- Berdasarkan hasil analisis data dari keempat model (**SES**, **Holt Winter**, **ETS(A,N,A)** dan **SARIMA (0,1,2)(1,0,0)[12]**), diperoleh nilai akurasi peramalan sebagai berikut;

Tabel 8. Hasil perhitungan nilai akurasi peramalan dari keempat model

| Model | <i>RMSE</i> | <i>MAPE</i> |
|---------------------------|----------------|-----------------|
| SES | 12758.68 | 3.599258 |
| Holt Winter | 10370.00 | 2.414852 |
| ETS (A,N,A) | 9121.66 | 2.356262 |
| SARIMA (0,1,2)(1,0,0)[12] | 10334.11 | 2.622413 |

- Pada tabel 8 bisa kita lihat hasil perhitungan nilai akurasi peramalan dari keempat model, dimana nilai terkecil untuk *RMSE* dan *MAPE* terdapat pada model *ETS(A,N,A)*. Hal ini berarti model terbaik adalah model *ETS(A,N,A)*

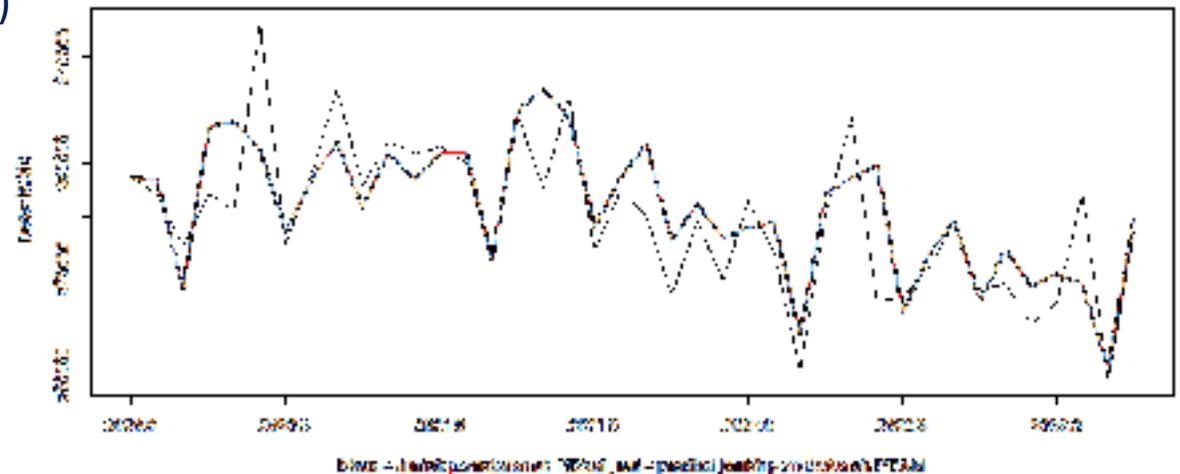
Hasil & Pembahasan

- Hasil dari penelitian ini yaitu model terbaik (ETS(A,N,A)) dapat digunakan untuk meramalkan jumlah pemakaian air bersih di Kec. Pakis, Kab. Malang untuk 3 (tiga) bulan yang akan datang. Hasilnya sebagai berikut;

Tabel 9. Hasil peramalan tiga periode yang akan (Mei, Juni dan Juli 2023)

| Bulan | Mei | Juni | Juli |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Hasil Peramalan (m ³) | 282,645.3 | 281,878.2 | 260,591.6 |

- Grafik jumlah pemakaian air dan prediksi jumlah pemakaian air bersih di Kec. Pakis, Kab. Malang dengan model ETS(A,N,A)





Kesimpulan & Saran

- Penelitian ini bertujuan memprediksi jumlah pemakaian air bersih oleh pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang dengan menggunakan model peramalan yang mudah dan simple diperoleh kesimpulan model terbaik dari empat model adalah **model ETS(A,N,A)**, dengan nilai akurasi peramalan **RMSE sebesar 9,121.66 dan MAPE sebesar 2.356262**.
- Model ETS(A,N,A), yaitu model dengan Error bersifat Additive, None Trend dan musiman atau seasonal bersifat Additive Pada model ETS(A,N,A) terbaik yang digunakan dengan **nilai alpha sebesar 0,2445 dan nilai gamma sebesar 0,0127** dapat digunakan untuk peramalan jumlah pemakain air bersih oleh pelanggan Perumda Tirta Kanjuruhan di Kec. Pakis Kab. Malang sebagai acuan bagi manajemen perusahaan.
- Pada penelitian selanjutnya supaya ditambahkan data terbaru, jika menggunakan model ETS(A,N,A).
- Selain itu juga digunakan model articial intelegence (AI) atau juga model Neural Network (NN) dengan menambah jumlah data penelitian,



Thank you

See You Next Time