

PERAMALAN VOLUME PENGGUNAAN AIR BERSIH MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES

(Studi Kasus: PDAM Tirta Jati Kabupaten Cirebon Cabang Gegesik)

Nasirudin^{*1}, Wiwik Budiawan²

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Manusia, hewan, dan tumbuhan memerlukan air untuk kelangsungan kehidupannya. Beda dengan binatang dan tumbuhan, manusia membutuhkan air yang bersih untuk keberlangsungan hidupnya. Menjadi sebuah tantangan tersendiri bagi PDAM seluruh Indonesia untuk terus mencukupi jumlah permintaan ketersediaan air bersih, tak terkecuali PDAM Kabupaten Cirebon khususnya Cabang Gegesik. Prediksi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode Time Series. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa metode time series terbaik dengan nilai eror terkecil adalah Holt's Winters Method dengan nilai MAPE sebesar 0,9%. Dengan nilai MAPE dibawah 10, maka metode Holt's Winter untuk prediksi jumlah kebutuhan air termasuk kedalam kategori sangat baik. Hasil peramalan yang didapatkan berdasarkan output Holt's Winters Method selama 12 periode kedepan adalah Januari sebesar 21965, Februari sebesar 24126, Maret sebesar 24078, April sebesar 29573, Mei sebesar 29513, Juni sebesar 28264, Juli sebesar 26803, Agustus sebesar 29259, September sebesar 26282, Oktober sebesar 23166, November sebesar 24426, dan Desember sebesar 20640..

Kata kunci: Air, Time Series, Forecasting, PDAM Tirta Jati, Mean Percentage Absolute Error

Abstract

[Forecasting of Clean Water Usage Volume Using the Time Series Method (Case Study: PDAM Tirta Jati, Gegesik Branch, Cirebon Regency)] Water is a vital natural resource required by all living organisms. Humans, animals, and plants depend on water for their survival. Unlike animals and plants, humans necessitate clean water for their continued existence. Ensuring the adequate supply of clean water is a significant challenge faced by PDAMs (Regional Drinking Water Companies) across Indonesia, including the PDAM of Cirebon Regency, specifically the Gegesik Branch. This study employs the Time Series method to predict water usage volume. The results indicate that the Holt-Winters Method is the most accurate, with the smallest error margin, evidenced by a MAPE value of 0.9%. A MAPE value below 10 classifies the Holt-Winters method as highly effective for predicting water demand. The forecasted water usage for the next 12 periods based on the Holt-Winters Method is as follows: January at 21,965, February at 24,126, March at 24,078, April at 29,573, May at 29,513, June at 28,264, July at 26,803, August at 29,259, September at 26,282, October at 23,166, November at 24,426, and December at 20,640.

Keywords: Water, Time Series, Forecasting, PDAM Tirta Jati, Mean Percentage Absolute Error

1. Pendahuluan

Air bersih adalah kebutuhan esensial yang harus dipenuhi oleh manusia. Namun, persediaan air bersih di seluruh dunia sangat terbatas, sementara jumlah populasi

terus meningkat. Hal ini menciptakan tantangan dalam penyediaan dan distribusi air bersih, terutama di kawasan yang memiliki permintaan air yang tinggi. Ketersediaan air bersih memainkan peran krusial dalam kehidupan manusia, yang dapat memengaruhi berbagai sektor seperti sosial, ekonomi, dan infrastruktur umum. Dengan pertumbuhan populasi yang terus meningkat, kebutuhan akan air bersih juga ikut meningkat (Bayuarta, Aji, & Arief, 2021).

*Penulis Korespondensi.

E-mail: nasirudin@students.undip.ac.id

Salah satu penyedia air bersih di Indonesia adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). PDAM bertanggung jawab untuk mengelola sumber daya air, memproduksi air bersih, dan mendistribusikannya kepada pelanggan. Untuk melakukan hal tersebut, PDAM perlu merencanakan dan mengoptimalkan sistem produksi dan distribusi air bersih secara efisien dan efektif.

Peramalan penggunaan air dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode *time series*. Metode *time series* adalah metode yang menggunakan data historis penggunaan air untuk memodelkan pola dan tren penggunaan air di masa depan (Asfihani, 2017). Metode *time series* dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu metode *univariate* dan metode *multivariate*. Metode *univariate* hanya menggunakan data penggunaan air sebagai variabel, sedangkan metode *multivariate* menggunakan data penggunaan air dan variabel lain yang berpengaruh, seperti jumlah pelanggan, cuaca, musim, hari libur, dan lainnya.

Jumlah PDAM di Jawa Barat sebanyak 24 PDAM, dengan jumlah penduduk terlayani sebesar 8.117.716 jiwa atau 19,88% dari total keseluruhan penduduk pelayanan 40.834.760 jiwa (Open Data PURR, 2023). Salah satu PDAM di Jawa Barat yang perlu melakukan peramalan penggunaan air adalah PDAM TIRTA JATI yang memiliki jumlah pelanggan 41.245 dengan penduduk terlayani sebanyak 458.821 jiwa atau 19,82% dari total penduduk di Kabupaten Cirebon yaitu 2.315.417 jiwa (BPPS Kab.Cirebon,2022). Sistem pendistribusian air minum di PDAM TIRTA JATI terbagi kedalam sembilan cabang wilayah pelayanan, yaitu Cabang Arjawinangun, Cabang Paliman, Cabang Gegesik, Cabang Sumber, Cabang Kapetakan, Cabang Suranenggal, Cabang Beber, Cabang Losari, dan Unit Waled.

Cabang Gegesik merupakan salah satu cabang yang memiliki tingkat permintaan air yang tinggi, dengan jumlah pelanggan sebanyak 4901 dari 29.688 jiwa penduduk pelayanan wilayah Gegesik dan 1064 jumlah pelanggan di wilayah Jagapura, dengan total penduduk pelayanan sebanyak 4.788 jiwa (Arsip Data Bulanan Cabang Gegegsik,2023). Kecamatan Gegesik merupakan salah satu kecamatan di Cirebon dengan perkembangan penduduk yang cepat. Tahun 2021 jumlah penduduk Kecamatan Gegesik sekitar 73.324 jiwa yang terdata dengan rata-rata laju pertumbuhan naik sekitar 3% per tahun.

Kebutuhan akan air di Kabupaten Cirebon khususnya Kecamatan Gegesik cukup besar hal ini sejalan dengan perkembangan pembangunan Kabupaten Cirebon yang terus meningkat dan semakin berkembang pesatnya jumlah penduduk di Kabupaten Cirebon menyebabkan peningkatan permintaan air bersih. Dikutip dari (RRI,2024) beberapa tahun terakhir terjadi permintaan pemasangan sambungan baru baik dari beberapa perusahaan ataupun rumah tangga biasa.

Pemakaian air yang tinggi mengakibatkan kebutuhan akan permintaan ketersediaan air bersih terus meningkat sedangkan persediaan air bersih sendiri di setiap tahun jumlahnya terus berkurang seiring dengan banyaknya lahan hijau terbuka yang dijadikan pemukiman atau bangunan. Dimana pihak PDAM harus berupaya untuk memenuhi kebutuhan air konsumen dan menjaga kelangsungan pelayanan penyediaan air kepada konsumen selama 24 jam. Selain itu adanya variabilitas musiman, penggunaan air dapat bervariasi secara signifikan antara musim kemarau dan musim hujan atau di hari/bulan tertentu seperti bulan ramdhan dan hari idul fitri di mana penggunaan air dapat meningkat cukup signifikan. Perubahan iklim juga dapat mempengaruhi ketersediaan sumber daya air, termasuk perubahan pola curah hujan dan frekuensi kekeringan.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan tersebut menjadi sebuah tantangan tersendiri bagi PDAM seluruh Indonesia untuk terus mencukupi jumlah permintaan ketersediaan air bersih bagi para pelanggannya, tak terkecuali PDAM Kabupaten Cirebon. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memprediksi jumlah penggunaan air di periode mendatang sehingga PDAM dapat memastikan bahwa kebutuhan air bersih konsumen terpenuhi dengan tepat waktu dan kuantitas yang memadai, meningkatkan kepuasan pelanggan. Selain itu, prediksi penggunaan air juga dapat dimanfaatkan oleh perusahaan untuk mengalokasikan pendistribusian air ke pelanggan guna menghindari kejadian kekurangan atau pemborosan pemakaian air. Forecasting juga bermanfaat bagi PDAM untuk memprediksi potensi kekurangan air dan memungkinkan tindakan pencegahan untuk mengatasi situasi tersebut sebelum menjadi masalah besar. Hasil prediksi yang akurat juga dapat menekan tingkat kerugian air dan juga biaya yang ditanggung oleh PDAM.

2. Tinjauan Pustaka

Permintaan

Permintaan adalah berbagai jumlah (kuantitas) suatu barang dimana konsumen bersedia membayar pada berbagai alternatif harga barang. Permintaan dalam pengertian ekonomika adalah sebagai skedul, kurva atau fungsi yang menunjukkan berbagai jumlah suatu produk yang para konsumen ingin dan mampu membeli pada berbagai tingkat harga yang mungkin selama periode waktu tertentu (Soeharno, 2009). Permintaan dapat didefinisikan sebagai banyaknya barang yang diminta oleh konsumen pada harga tertentu. Permintaan seseorang atau sesuatu masyarakat kepada suatu barang ditentukan oleh banyak faktor. Diantara faktor-faktor tersebut yang terpenting adalah (Sukirno, 2013): a.) Harga barang itu sendiri. b.) Harga barang lain yang berkaitan erat dengan barang tersebut. c.) Pendapatan rumah tangga dan pendapatan rata-rata masyarakat. d.) Corak distibusi pendapatan dalam masyarakat. e.) Cita

rasa masyarakat. f.) Jumlah penduduk. g.) Ramalan mengenai keadaan dimasa yang akan datang.

Peramalan

Peramalan (*forecasting*) merupakan suatu kegiatan untuk mengetahui apa yang akan terjadi di masa mendatang dengan memperhatikan dan mempertimbangkan data-data yang tersedia dari masa lampau (Indah, 2021). Sedangkan menurut (Saputra, 2014) peramalan adalah suatu tingkat permintaan yang diharapkan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam periode waktu tertentu di masa yang akan datang dengan menggunakan teknik-teknik yang ilmiah yang hasilnya mendekati kebenaran. Untuk membuat peramalan yang mendekati kebenaran diperlukan data-data pada masa lalu yang akan menjadi dasar peramalan untuk satu atau beberapa periode berikutnya.

Plot Data

Menurut Ria Satyarini, plot data merupakan suatu penggambaran dari data yang bertujuan untuk mengamati dan memahami pola permintaan dari data historis, pola dalam rangkaian data time series dapat diklasifikasikan ke dalam pola dasar, seperti kestabilan (*constant*), *trend* (kecenderungan), musiman (*seasonal*), dan siklus (*cyclical*) (Satyarini, 2021).

Metode Time Series (Deret Waktu)

Time series merupakan deretan atau rangkaian observasi yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat menurut urutan waktu kejadianya dengan interval waktu yang tetap (konstan) secara runtun. Tujuan mempelajari *time series* adalah memahami dan memberikan gambaran untuk membuat suatu mekanisme, peramalan nilai masa depan dan optimalisasi sistem kontrol. Berikut beberapa metode *time series* (Abdullah, 2014). Berikut merupakan beberapa metode *time series* yang akan digunakan.

1. Double Moving Average

Metode *double moving average* merupakan metode rata-rata bergerak linier yang digunakan untuk mengatasi data deret waktu dengan pola yang cenderung mengalami trend linear (Yusuf, 2020). Model matematis dari metode *Double Moving Average* ditunjukkan oleh rumus berikut.

$$S' = \frac{\sum_{i=n}^n (X_t + X_{t+1} + X_{t+2} + \dots + X_{t+n})}{N}$$

$$S'' = \frac{\sum_{i=n}^n (S'_t + S'_{t+1} + S'_{t+2} + \dots + S'_{t+n})}{N}$$

$$a_t = 2s' - s''$$

$$b_t = \frac{2}{n-1} (s' - s'')$$

$$F_{t+m} = a_t + b_{tm} \cdot m$$

Keterangan:

S' = Pergerakan pertama

S'' = Pergerakan kedua

X_t = *Demand* pada periode ke- t

F_{t+m}	= Nilai <i>forecast</i>
m	= Periode masa mendatang
a_t	= koefisien a ke t
b_t	= koefisien b ke t
N	= Jumlah periode peramalan

2. Double Exponential Smoothing

Double exponential smoothing (DES) adalah sebuah cara peramalan melalui proses perhitungan yang berulang dan terus-menerus dengan data masa lalu yang paling baru berdasarkan hasil perhitungan rata-rata penghalusan secara eksponensial (Kurniawan, 2022). Model matematis dari metode *Double Exponential Smoothing* ditunjukkan oleh rumus berikut.

$$S'_t = \alpha x_t + (1 - \alpha) S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)$$

$$F_t = a_t + b_t$$

Keterangan Keterangan pada rumus metode ini hampir sama dengan metode Double Moving Average, hanya terdapat tambahan α yang merupakan konstanta smoothing, dengan nilai berkisar antara $0 < \alpha < 1$.

3. Holt's Winter

Metode *Holt-Winter* merupakan perkembangan dari metode pemulusan eksponensial sederhana yang menggunakan tiga konstanta pemulusan, yaitu konstanta untuk pemulusan keseluruhan level, pemulusan kecenderungan (*trend*), dan pemulusan musiman (Setiawan, Wahyuningsih, & Goejantoro, 2020). Nilai ramalan (\hat{Y}_{t+k}) untuk periode $(t+k)$ yang ditinjau pada akhir periode ket dari model ini adalah

$$\hat{Y}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-c}$$

Dengan nilai pemulusan yang digunakan sebagai berikut.

a) Pemulusan Keseluruhan (*level*)

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-c}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

b) Pemulusan Kecenderungan (*trend*)

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

c) Pemulusan Musiman (*seasonal*)

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-c}$$

dengan $0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1$, S_{t-c} nilai estimasi faktor musiman, c adalah panjang musiman dan $k=1,2,\dots,c$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan metode untuk mengukur kesalahan relatif. Metode ini menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase

kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Berikut adalah rumus yang digunakan.

$$MAPE = \frac{\sum_i^n |PEi|}{n}$$

Keterangan:

$|PEi|$ = absolute percentage error periode ke-i
n = banyaknya periode

Peta Moving Average

Moving range atau peta kendali MR (*Individual Moving Range*) adalah metode yang menghitung rata-rata suatu nilai runtut waktu dan kemudian digunakan untuk memperkirakan nilai periode selanjutnya. Selanjutnya dipetakan dalam peta kendali untuk melihat apakah data berada batas kendali (Prisca Nurida Eris, 2014). Berikut merupakan rumus dari peta *moving average*.

$$MR = (X_t - F_t) - (X_{t-1} - F_{t-1})$$

$$MR = \frac{\sum_{i=1}^n MR}{n-1}$$

$$CL = \frac{\sum_i^n |MR|}{n}$$

$$UCL = 2,66 \times CL$$

$$LCL = -2,66 \times CL$$

Keterangan rumus:

X_{t-1} = *Demand* periode sebelumnya

X_t = *Demand* periode ke-t

F_{t-1} = Nilai *forecasting* periode sebelumnya

F_t = Nilai *forecasting* periode ke-t

CL = *Center Line* (rata-rata)

UCL = *Upper Control Limit*

LCL = *Lower Control Limit*

Uji F

Uji F merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk mengetahui apakah variabel y (aktual) yang dimasukkan secara bersamaan mempunyai kesamaan terhadap variabel y' (taksiran). Tujuan dari uji F adalah menentukan kecermatan metode yang dipakai dengan menentukan variansi dari metode pengujian yang dilakukan berulang (Ilham, 2020).

$$F_{hitung} = \frac{\frac{R^2}{(n-1)}}{\frac{(1-R^2)}{(n-K)}}$$

Keterangan :

R^2 = koefisien determinasi

n = jumlah data

k = jumlah variabel independen

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDA) Tirta Jati Kabupaten Cirebon, Cabang Gegesik menggunakan metode penelitian kuantitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meramalkan jumlah volume penggunaan air bersih pada tahun 2024.

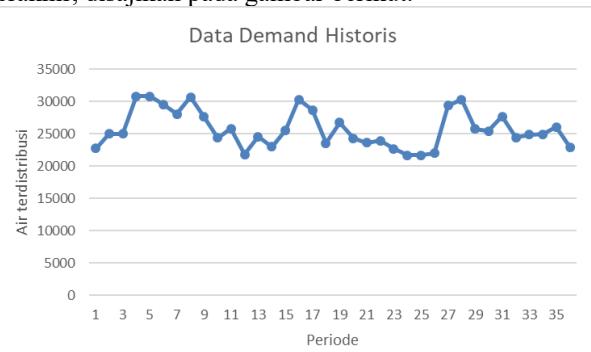
Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara yang dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan secara langsung kepada karyawan PDAM baik dari bagian lapangan atau administrasi. Sementara itu, data sekunder diambil dari data historis penggunaan air bersih yang tercatat selama tiga tahun terakhir (2021-2023).

Data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah melalui tahapan sebagai berikut.

1. Tentukan tujuan peramalan yang jelas, misalnya untuk mengukur tingkat permintaan selama masa pra-produksi.
2. Buatlah diagram pencar dengan memplot data, seperti permintaan terhadap waktu, di mana permintaan adalah sumbu Y dan waktu adalah sumbu X.
3. Pilih model peramalan yang sesuai berdasarkan pola data yang terlihat pada diagram pencar.
4. Lakukan peramalan menggunakan model yang telah dipilih.
5. Hitung kesalahan ramalan (*forecast error*) dengan membandingkan nilai ramalan dengan nilai aktual, sehingga dapat mengevaluasi keakuratan model peramalan yang digunakan.
6. Pilih *error* terkecil untuk menentukan metode peramalan terpilih.
7. Validasi metode peramalan, untuk mengevaluasi efektivitas suatu metode peramalan dengan memperhatikan batasan atau toleransi terhadap penyimpangan.

4. Hasil dan Pembahasan

Plot data penggunaan air bersih PDAM Tirta Jati Kabupaten Cirebon, Cabang Gegesik, selama tiga tahun terakhir, disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Grafik Penggunaan Air Bersih Tahun 2021, 2022, dan 2023.

Gambar 1 menunjukkan bahwa data menampilkan pola data yang musiman. Hal ini terbukti dengan naik turunnya pendistribusian air dari tahun ke tahun, terlihat dari grafik pola data berubah signifikan tiap tahunnya.

Pada plot produksi air dapat dilihat bahwa bentuknya cenderung musiman. Oleh karena itu, metode

yang digunakan pada laporan ini adalah metode yang memperhitungkan adanya konstan, trend, dan juga seasonal. Metode tersebut adalah *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, *Holt Winter Multiplikatif*. Dari metode-metode tersebut akan dibandingkan nilai *error*-nya. Perhitungan *error* yang digunakan yaitu *Mean Absolute Percentage Error*. Dimana perhitungan *error* tersebut dipilih dari perhitungan *error* dengan tingkat akurasi yang rendah sehingga didapatkan metode peramalan yang terbaik. Rekapitulasi hasil peramalan menggunakan beberapa metode *time series* disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Peramalan

T	Demand	DMA	DES	Holt's Winter
1	22.733			24.017
2	25.019			24.076
3	25.019		22.738	27.773
4	30.790		22.742	31.019
5	30.790		22.758	28.835
6	29.546	30.318	22.774	26.949
7	28.076	31.473	22.788	28.972
8	30.711	29.404	22.798	27.633
9	27.642	29.232	22.814	27.181
10	24.415	28.522	22.824	26.310
11	25.795	26.906	22.827	26.316
12	21.842	24.951	22.833	23.397
13	24.546	22.794	22.831	23.281
14	23.041	23.651	22.835	23.898
15	25.562	22.745	22.835	27.115
16	30.319	24.730	22.841	30.568
17	28.666	27.438	22.856	28.410
18	23.559	29.443	22.867	26.212
19	26.759	27.635	22.869	26.976
20	24.326	25.652	22.877	25.856
21	23.634	23.975	22.880	24.496
22	23.950	24.596	22.881	23.434
23	22.703	23.559	22.884	23.927
24	21.681	22.980	22.883	21.121
25	21.673	22.368	22.881	21.448
26	22.022	21.537	22.879	21.802
27	29.397	21.522	22.877	24.984
28	30.293	25.457	22.890	29.631
29	25.745	29.086	22.905	27.723
30	25.476	29.668	22.911	25.124
31	27.679	26.866	22.916	26.526
32	24.423	25.622	22.926	25.713
33	24.900	25.470	22.929	24.409
34	24.940	25.484	22.933	23.637
35	26.084	24.306	22.937	24.310
36	22.973	25.351	22.943	22.054

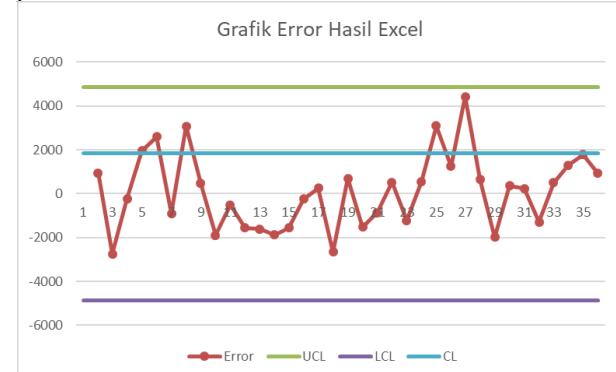
Setelah dilakukan perhitungan peramalan, baik secara manual maupun menggunakan *software* Minitab, diperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk setiap metode peramalan. Rekapitulasi hasil perhitungan *error* tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Error*

Metode	MAPE
Double Moving Average (DMA)	8,332%
Double Exponential Smoothing	11,720%
Holt's Winter Method	0,9%

Merujuk pada Tabel 2 di atas mengenai rekapitulasi perbandingan *error*, diketahui bahwa hasil peramalan terbaik adalah dengan menggunakan *Winter's Method* dengan nilai MAPE sebesar 0,9%. Maka dari itu, data peramalan yang sebaiknya digunakan untuk meramalkan penggunaan air bersih PDAM Tirta Jati Cabang Gegesik adalah hasil dari perhitungan dengan metode *Holt's Winter Method*.

Setelah melakukan perhitungan validasi untuk metode peramalan yang terpilih menggunakan peta *Moving Range*, diperoleh grafik kendali *error* yang ditampilkan pada Gambar 2. Grafik ini memberikan ilustrasi visual mengenai stabilitas dan akurasi metode peramalan tersebut.



Gambar 2. Peta Moving Range

Berdasarkan grafik tersebut, dapat terlihat pada metode terbaik yaitu *Holt's Winter Method*, *Center Line* (CL) berada pada angka 1881,973; *Upper Center Limit* (UCL) sebesar 5006,048; dan *Lower Control Limit* (LCL) sebesar -5006,048. Berdasarkan grafik tersebut, dapat diketahui bahwa tidak terdapat nilai *error* yang melewati batas UCL dan LCL. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode peramalan (*forecasting*) yang terpilih yaitu *Holt's Winter* yang telah dilakukan sudah valid atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil peramalan (*forecasting*) dengan data permintaan (*demand*) masa lalu.

Untuk memastikan validitas metode *Holt-Winters Multiplikatif* dalam peramalan, dilakukan uji F untuk mengevaluasi variansi antara data aktual dengan hasil peramalan. Uji ini bertujuan untuk menentukan apakah perbedaan variansi tersebut signifikan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan Uji F yang telah dilakukan.

1. $H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (tidak terdapat perbedaan antara variansi data aktual dan variansi data *forecasting*)
2. $H_1 = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (terdapat perbedaan antara variansi data aktual dan variansi data *forecasting*)
3. Taraf keberartian $\alpha = 0,05$
4. Daerah kritis : $F_{\text{hitung}} > F_{\text{kritis}}$
5. Perhitungan:

Output uji F menggunakan Microsoft Excel disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Output Uji F

F-Test Two-Sample for Variances		
	Variable 1	Variable 2
Mean	25742,4722	25698,0428
Variance	8139014,6	6353927,65
Observations	36	36
Df	35	35
F	1,28094229	
P(F<=f) one-tail	0,2338373	
F Critical one-tail	1,75713953	

6. Keputusan: Jangan tolak H_0 karena $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ ($1,28094229 < 1,75713953$)
7. Kesimpulan: Terdapat perbedaan antara variansi data aktual dan variansi data *forecasting*

Berdasarkan hasil uji F yang telah dilakukan di atas, dapat disimpulkan bahwa metode *Holt-Winters Multiplikatif* merupakan metode yang tepat untuk digunakan dalam meramalkan penggunaan air selama 12 periode ke depan.

Metode peramalan *time series* yang terpilih nantinya akan menjadi acuan prediksi permintaan penggunaan air bersih pada periode 1 tahun kedepan. Untuk menentukan metode peramalan yang akan terpilih, maka harus dilihat nilai MAPE. Didapatkan hasil peramalan terpilih dengan MAPE terkecil, yaitu dengan menggunakan metode *Holt Winter Multiplikatif*. Berikut merupakan hasil peramalan dengan metode *Holt Winter Multiplikatif* untuk 12 periode ke depan berdasarkan data volume produksi air PERUMDA Tirta Jati Kabupaten Cirebon Cabang Gegesik POS Jagapura selama 3 tahun terakhir (2021-2023) dalam satuan m^3 .

Tabel 4. Hasil Peramalan 12 Periode

Periode	Demand
Januari 2024	21965
Februari 2024	24126
Maret 2024	24078
April 2024	29573
Mei 2024	29513
Juni 2024	28264
Juli 2024	26803
Agustus 2024	29259
September 2024	26282
Oktober 2024	23166
November 2024	24426
Desember 2024	20640

5. Penutup

A. Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya:

1. Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, diketahui bahwa plot data historis penggunaan air bersih menunjukkan grafik yang cenderung musiman (*seasonal*) sehingga dilakukanlah peramalan dengan metode *Time Series*. Setelah dilakukan peramalan, selanjutnya dilakukan verifikasi dengan perhitungan nilai *error* menggunakan metode MAPE, didapatkan bahwa metode *Holt's Winter* memiliki nilai error MAPE terkecil yaitu sebesar 0.9%. Kemudian dilakukan uji validasi untuk melihat apakah data hasil peramalan berada diluar batas kendali atau tidak, dan hasil akhirnya adalah seluruh data berada di dalam batas kendali UCL dan LCL, sehingga hasil peramalan dapat digunakan. Untuk memastikan bahwa variansi data aktual sama dengan variansi *forecasting* dilakukan Uji F, didapatkan hasil $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ ($1,28094229 < 1,75713953$) yang artinya metode peramalan valid digunakan. Hasil peramalan yang diperoleh untuk penggunaan air bersih secara berturut-turut untuk 12 periode mendatang sebanyak 21965, 24126, 24078, 29573, 29513, 28264, 26803, 29259, 26282, 23166, 24426, 20640.
2. Berdasarkan pembahasan sebelumnya, diperlihatkan plot data air terdistribusi

PERUMDA Tirta Jati Kabupaten Cirebon selama 3 tahun terakhir (2021-2023), penggunaan volume air bersih yang tinggi terjadi pada periode ke 4, 16, 28 dengan rata-rata sebesar 30.000 m³ dibandingkan periode-periode lainnya, di mana periode ini jatuh pada bulan April yang umumnya mengalami musim pancaroba, yaitu peralihan antara musim penghujan ke musim kemarau dan tengah berlangsungnya bulan ramdahan dan idul fitri. Jika diamati dari data historis dan data hasil peramalan, penggunaan air bersih rata-rata meningkat pada bulan April-Oktober dan menurut penggunaanya dari Oktober-April. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa peningkatan dan penurunan penggunaan air bersih dipengaruhi oleh bertambahnya populasi di area pelayanan, faktor cuaca yang tidak menentu, musim yang sedang berlangsung, dan hari libur atau event khusus seperti bulan ramdhan dan idul fitri.

B. Saran

Berikut merupakan saran yang diharapkan dapat memberi masukan dan manfaat bagi perusahaan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan:

1. Untuk memudahkan perusahaan dalam mengambil keputusan terkait volume air yang akan disalurkan kepada pelanggan, sebaiknya perusahaan melakukan peramalan secara rutin (setahun sekali). Dengan demikian, perusahaan dapat melakukan antisipasi apabila dalam hasil peramalan akan terjadi peningkatan atau penurunan produksi air secara signifikan agar permintaan pelanggan tetap terpenuhi.
2. Melakukan pencatatan volume penggunaan air bersih secara rutin dan teliti untuk setiap harinya, agar data tiap periode yang diperoleh lebih akurat. Dengan demikian, hasil forecasting akan lebih mendekati nilai yang sebenarnya
3. Perusahaan melakukan pengecekan berkala terhadap sumber mata air untuk memastikan terpenuhinya kebutuhan pelanggan.
4. Perusahaan dapat menambah sumber mata air atau tempat pengolahan air untuk mengantisipasi lonjakan permintaan air.
5. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian pada setiap cabang - cabang yang terbagi di Kabupaten Cirebon, atau melakukan penelitian pusat terkait seluruh wilayah Kabupaten Cirebon.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penelitian ini, sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik. Adapun pihak-pihak yang terlibat adalah sebagai berikut:

1. Bapak Wiwik Budiawan, ST, MT, Phd (Eng). selaku dosen pembimbing Kerja Praktik yang

telah memberikan bimbingan dalam proses penyusunan Laporan Kerja Praktik,

2. Bapak Dr. Denny Nurketamanda, ST., MT. Koordinator Kerja Praktik Teknik Industri Universitas Diponegoro 2024,
3. Ibu Nurhayati, SE. selaku Kepala Cabang Gegesik PDAM Tirta Jati yang telah menerima pengajuan Kerja Praktek penulis,
4. Bapak Akyani, selaku mentor penyusun yang telah membimbing dan memberi arahan selama keberjalanan Kerja Praktik.

Daftar Pustaka

- Abdullah, M. (2014). *Teknik dan Metode Peramalan*. Jakarta: Penerbit Fakultas Ekonomi Indonesia.
- Andriyanto, U. S. (1993). Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Aritonang, L. (2009). Peramalan Bisnis. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Asfihani, M. A. (2017). Peramalan Volume Pemakaian Air Di PDAM Kota Surabaya dengan Menggunakan Metode Time Series. *Jurnal Sains dan Seni ITS*.
- Bayuarta, M. G., Aji, D. K., & Arief, S. N. (2021). Peramalan Kebutuhan Pemakaian Air Bersih Di PDAM Kota Malang Menggunakan Metode Least Squere. *Seminar Informatika Aplikatif Polinema (SIAP)*, 2460-1160.
- Hartini, S. (2011). Teknik Mencapai Produksi Optimal. Bandung: CV. Lubuk Agung.
- Ilham. (2020). Kupas Tuntas Apa Itu Uji F, Rumus dan Tabel Ujinya. Dipetik Agustus 18, 2021, dari labmutu: <https://www.labmutu.com/2020/12/ujii-f.html>.
- Indah, D. R. (2021). Analisis Peramalan Produksi Menggunakan Trend Moment Pada Kilang Padi Do'a Ibu Diperlak Kecamatan Peureulak. Vol. 5, No. 2, 161-168.
- Kurniawan. (2022). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing dan Moving Average pada Peramalan Permintaan Produk Gasket Cap di PT. Nesinak Industries. *Serambi Engineering*, Volume VII, No. 1, Januari 2022.
- Montgomery, D. C. (2015). *Introduction To Time Series Analysis And Forecasting* . Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Oktaviani, I. E. (2019). Analisis Pola Prediksi Data Time Series . *Jurnal Resti*, 282-287.
- Prisca Nurida Eris, D. A. (2014). Peramalan Dengan Metode Smoothing Dan Verifikasi Metode Peramalan Dengan Grafik Pengendali Moving Range (Mr) (Studi Kasus: Produksi Air Bersih Di Pdam Tirta Kencana Samarinda).
- Saputra, P. H. (2014). Analisa Deskriptif Manajemen Persediaan Pada PT. Usman Sinar Bulan. *Jurnal AGORA*, Vol. 2, No. 2 .

- Satyarini, R. (2021). *Menentukan Metode Peramalan Yang Tepat*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Setiawan, D. A., Wahyuningsih, S., & Goejantoro, R. (2020). Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Winter's dan Pegel's Exponential Smoothing dengan Pemantauan Tracking Signal. *Jambura J. Math*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-14.
- Soeharno. (2009). *Teori Mikroekonomi Ed. 2, CV Andi Offset*. Yogyakarta.
- Sukirno, S. (2013). *Teori Pengantar Mikroekonomi Edisi Tiga*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Yusuf. (2020). Penerapan Metode Double Moving Average Untuk Meramalkan Hasil Produksi Tanaman Padi di Provinsi Gorontalo. *d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi*.