

ANALISIS PENGADAAN KEBUTUHAN *CHEMICAL WATER DETECTOR* (CWD) PADA KEGIATAN PENYALURAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FORECASTING* DI DPPU NGURAH RAI

PROCUREMENT ANALYSIS OF CHEMICAL WATER DETECTOR (CWD) REQUIREMENTS IN DISTRIBUTION ACTIVITIES USING FORECASTING METHOD AT DPPU NGURAH RAI

¹Gusti Ayu Made Indah Sandyani Pramadhanthi*, ²A.A.I.A. Sri Komaladewi, ³Ni Made Cyntia Utami

^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

¹indahsandyani@gmail.com, ²sri.komaladewi@unud.ac.id, ³nmcyntiautami@unud.ac.id

INFO ARTIKEL

Disetujui: 14 Juli 2025

doi: 10.24843/JRATI.2025.v03.i01.p08
page: 56-63

Kata Kunci:

Metode *Double Exponential Smoothing Holt's*, Metode *Trend Analysis*, Peramalan, Persediaan Pengaman

Keywords:

Double Exponential Smoothing Holt's Method, *Trend Analysis Method*, *Forecasting*, *Safety Stock*

*indahsandyani@gmail.com

ABSTRAK

Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Ngurah Rai merupakan bagian operasional PT Pertamina Patra Niaga dengan tanggung jawab untuk menyalurkan Bahan Bakar Minyak Penerbangan (BBMP) demi menunjang kebutuhan pesawat udara di Bandara Internasional Ngurah Rai. Kualitas BBMP menjadi faktor krusial dalam keselamatan penerbangan sehingga dilakukan pengujian mutu secara konsisten, salah satunya deteksi air tersuspensi menggunakan *Chemical Water Detector* (CWD). Permasalahan yang dihadapi adalah persediaan CWD yang kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh proses pengadaan CWD yang belum dilakukan secara tepat dan sistematis sehingga terjadi kelebihan ataupun kekurangan persediaan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas proses pengadaan CWD melalui penerapan metode *forecasting* atau peramalan. Peramalan adalah sebuah metode yang diterapkan guna memprediksi permintaan di masa depan, untuk jangka waktu yang panjang dan pendek dengan memanfaatkan data historis sebagai dasar perhitungan. Dalam rangka memperoleh hasil analisis kebutuhan CWD yang terbaik, penelitian ini membandingkan dua metode peramalan, yaitu *Double Exponential Smoothing Holt's* serta *Trend Analysis*. Berlandaskan pada peramalan yang dihasilkan, metode peramalan yang terbaik adalah *Trend Analysis* karena menunjukkan tingkat *error* prediksi yang lebih rendah dibandingkan *Double Exponential Smoothing Holt's*. Hal ini dibuktikan oleh nilai MAD sebesar 375, nilai MSE sebesar 178.843, dan MAPE sebesar 12%. Selanjutnya adalah melakukan perhitungan *safety stock* atau persediaan pengaman untuk mengurangi risiko terjadinya *stock out*. Perusahaan dapat menetapkan batas minimum stok CWD sebanyak 13 kotak. Hasil peramalan kebutuhan CWD memberikan gambaran mengenai potensi kejadian di masa yang akan datang dan menjadi acuan dalam perencanaan pengadaan perusahaan.

ABSTRACT

Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Ngurah Rai is an operational part of PT Pertamina Patra Niaga with responsibility for distributing Aviation Fuel Oil (BBMP) to support aircraft needs at Ngurah Rai International Airport. BBMP quality is a crucial factor in aviation safety so quality testing is carried out consistently, one of which is detecting suspended water using a Chemical Water Detector (CWD). The problem faced is the CWD supply which is less than optimal. This is caused by the CWD procurement process not being carried out correctly and systematically, resulting in excess or shortage of inventory. This research was conducted with the aim of increasing the effectiveness of the CWD procurement process through the application of forecasting methods. Forecasting is a method applied to predict future demand, for long and short periods of time by utilizing historical data as a basis for calculations. In order to obtain the best CWD needs analysis results, this research compares two forecasting methods, namely Holt's Double Exponential Smoothing and Trend Analysis. Based on the resulting forecast, the best forecasting method is Trend Analysis because it shows a lower prediction error rate than Holt's Double Exponential Smoothing. This is proven by the MAD value of 375, MSE value of 178,843, and MAPE of 12%. The next step is to calculate safety stock or safety inventory to reduce the risk of stock outs. Companies can set a minimum CWD stock limit of 13 boxes. The results of forecasting CWD needs provide an overview of potential events in the future and become a reference in company procurement planning.

Bakar Minyak Penerbangan (BBMP) jenis avtur dan avgas demi menunjang kebutuhan pesawat udara yang menjalankan aktivitas di Bandara Internasional Ngurah Rai Bali. DPPU Ngurah Rai selalu berusaha memberikan kualitas layanan terbaik, salah satunya dengan memastikan mutu BBMP selalu terjaga sejak BBMP dihasilkan di

I. PENDAHULUAN

DPPU Ngurah Rai merupakan bagian operasional PT Pertamina Patra Niaga yang termasuk dalam unit bisnis Aviiasi area Jatimbalinus, bertugas mendistribusikan Bahan

ANALISIS PENGADAAN KEBUTUHAN *CHEMICAL WATER DETECTOR* (CWD) PADA KEGIATAN PENYALURAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FORECASTING* DI DPPU NGURAH RAI

refinery hingga produk itu disalurkan ke pesawat udara. Hal ini dibuktikan dengan penerapan kegiatan penjaminan mutu yang menyeluruh, meliputi pengambilan sampel yang kemudian diuji di lapangan dan di laboratorium.

Uji sampel bertujuan untuk meyakinkan kenampakan, warna produk masih sesuai, bersih, jernih, serta terbebas dari air bebas dan kotoran padat. Selain pemeriksaan visual, diperlukan pemeriksaan tambahan dengan alat khusus yang bertujuan untuk mengetahui apakah Avtur/Jet A-1 bebas dari air yang tidak mudah terpisah (tersuspensi). Alat yang digunakan untuk mendeteksi air tersuspensi ini adalah *Chemical Water Detector* (CWD). Alat pendeteksi air ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu suntikan (*syringe*) dan kapsul *detector*. Warna bagian tengah kapsul dapat berubah menjadi kuning kehijauan pada konsentrasi air 15 ppm dan secara progresif akan menjadi hijau nyata ketika mendekati 30 ppm atau meningkatnya kandungan air. Setiap kapsul CWD hanya dapat digunakan untuk satu kali pengujian. CWD memiliki masa pakai yang direkomendasikan selama 9 bulan sejak diproduksi. Setiap kotak kapsul CWD berisi 10 tabung dengan isi tiap tabung, yaitu 8 kapsul CWD.

Permasalahan yang terjadi di DPPU Ngurah Rai adalah persediaan CWD yang kurang optimal. Persediaan CWD di setiap lokasi harus disesuaikan dengan kebutuhan dan mempertimbangkan masa pakai sekurang-kurangnya 6 bulan. Pengadaan CWD di DPPU Ngurah Rai masih dilakukan secara manual yang tidak dapat membaca tren permintaan sehingga kurang efektif dalam memprediksi kebutuhan. Cara tersebut tentunya berpotensi menyebabkan stok CWD berlebihan sehingga terjadinya kadaluwarsa pada kapsul dalam jumlah yang banyak dan akhirnya harus dibuang. Hal ini merupakan pembuangan biaya dan menyebabkan kekurangan stok CWD sehingga menghambat kegiatan operasional DPPU Ngurah Rai bahkan berisiko membahayakan keselamatan penerbangan. Oleh karena itu, diperlukan metode perhitungan bagi perusahaan yang mampu memprediksi kebutuhan CWD secara akurat, sesuai pada permintaan sehingga terhindar dari pemborosan dan memastikan kelancaran operasi. Salah satu metode yang dapat dimanfaatkan dalam menghadapi ketidakpastian permintaan di masa depan adalah *forecasting* (peramalan) [1].

Peramalan adalah sebuah metode yang diterapkan guna memprediksi permintaan di masa depan, untuk jangka waktu yang panjang dan pendek menggunakan data masa lalu untuk memberikan perkiraan bagi perusahaan dalam membuat keputusan manajemen persediaan [2][3]. Peramalan dapat diterapkan melalui beberapa metode, yaitu peramalan *Double Exponential Smoothing Holt's* serta peramalan *Trend Analysis*. Keakuratan metode peramalan dinilai melalui perhitungan tingkat kesalahan yang diperoleh dari metrik, seperti *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) [4][5]. Kedua metode peramalan tersebut akan digunakan dalam analisis kebutuhan CWD untuk mencari metode yang paling tepat. Metode dengan tingkat akurasi prediksi tertinggi akan digunakan sebagai dasar pengadaan CWD.

II. METODE PENELITIAN

Langkah penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data melalui studi lapangan (observasi dan wawancara) dan studi literatur (buku, jurnal, artikel), mengidentifikasi masalah yang akan dikaji, menetapkan tujuan penelitian, serta membatasi ruang lingkup penelitian. Penelitian ini berlandaskan metode kuantitatif dengan arti menganalisis data numerik untuk menentukan kebutuhan CWD selama 12 bulan mendatang. Data yang dikumpulkan berupa persyaratan minimum penggunaan CWD serta frekuensi pengisian pesawat udara yang terhitung dari bulan Januari 2022 hingga 30 April 2023. Pengolahan data dilakukan secara manual dan dibantu *software* Minitab 19 untuk mengurangi risiko *human error*.

A. Pengertian dan Tujuan Peramalan

Peramalan merupakan landasan utama dalam merumuskan strategi perencanaan produksi perusahaan yang efektif dalam jangka panjang maupun pendek [6]. Peramalan adalah perpaduan pengetahuan ilmiah dan seni dalam memproyeksikan kejadian di masa depan, menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi [7][8]. Perusahaan memanfaatkan peramalan karena berbagai tujuan, antara lain [9]:

- a. Memungkinkan penjadwalan produksi yang lebih efisien;
- b. Mengurangi kekurangan persediaan sehingga meminimalkan risiko kehabisan stok;
- c. Meningkatkan kepuasan konsumen dengan menyediakan produk secara tepat waktu;
- d. Mengurangi biaya keusangan produk;
- e. Serta meningkatkan manajemen promosi dan harga dengan mempertimbangkan tren permintaan serta persaingan;

B. Jenis dan Metode Peramalan

Menurut [10] dan [11], peramalan dapat dikategorikan menjadi 3 jenis berdasarkan jangka waktunya, yaitu:

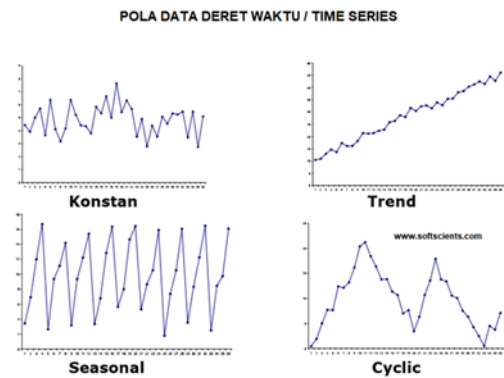
- a. *Long term forecast* yang biasanya memiliki cakupan waktu lebih dari 3 tahun dan diterapkan untuk menyusun perencanaan jangka panjang yang berfokus pada isu-isu strategis.
- b. *Midrange forecast* yang umumnya memiliki cakupan periode 1 sampai 3 tahun serta digunakan untuk mengatasi masalah anggaran serta perencanaan penjualan.
- c. *Short term forecast* yang merupakan elemen paling penting dalam proses perencanaan logistik operasional, jangka waktunya kurang dari 3 bulan

Peramalan umumnya dilakukan dengan menganalisis data historis melalui berbagai metode [12]. Sebelum melakukan peramalan, langkah penting adalah memvisualisasikan data dalam bentuk grafik. Hal ini akan membantu dalam identifikasi pola dan tren yang mungkin tidak terlihat dari data mentah. Terdapat beberapa pola data, sebagai berikut [13]:

- a. Tetap atau horizontal, yaitu pola yang terjadi ketika data mengalami fluktuasi secara konstan di sekitar nilai rata-rata. Data tidak menunjukkan naik atau turun selama kurun waktu tertentu atau disebut stasioner.

- b. Tren, yaitu data diurutkan berdasarkan waktu dan menunjukkan pola kenaikan atau penurunan yang konsisten dalam jangka waktu lama.
- d. terjadi karena berkaitan dengan beberapa faktor musiman, seperti cuaca, liburan, atau kebiasaan budaya
- e. Siklis, yaitu pola yang muncul dengan interval beberapa tahun karena terkena dampak dari ekonomi yang mengalami fluktuasi naik dan turun dalam jangka panjang.

- c. Musiman, yaitu pola data ketika permintaan berfluktuasi secara berulang di atas atau di bawah garis tren setiap periode tertentu. Pola ini dapat



Gambar 1 Pola Data Peramalan

Pemilihan metode peramalan yang tepat bergantung pada beberapa faktor seperti yang dapat dilihat pada Tabel I [14].

TABEL I
PANDUAN PEMILIHAN METODE PERAMALAN

Metode Peramalan	Pola Data	Jumlah Data Historis	Jangka Waktu Peramalan
<i>Naive</i>	Stasioner	1 atau 2	Sangat Pendek
<i>Moving Averages</i>	Stasioner	Jumlahnya sama dengan periode dalam <i>moving averages</i>	Sangat Pendek
<i>Exponential Smoothing</i>			
<i>Simple</i>	Stasioner	5 hingga 10	Pendek
<i>Adaptive Response</i>	Stasioner	10 hingga 15	Pendek
<i>Holt's</i>	Tren Linier	10 hingga 15	Pendek hingga menengah
<i>Winters</i>	Tren & Stasioner	Setidaknya 4 hingga 5 per musim	Pendek hingga menengah
<i>Regression Based:</i>			
<i>Trend</i>	Tren linier dan non linier dengan atau tanpa musiman	Minimal 10 dengan 4 atau 5 per musim jika termasuk musiman	Pendek hingga menengah
<i>Causal</i>	Dapat untuk hampir semua pola data	Minimal 10 per variabel independen	Pendek, menengah, dan panjang
<i>Time Series Decompositions</i>	Dapat untuk pola tren, musiman, dan siklus	Cukup untuk melihat dua puncak dan seterusnya dalam satu siklus	Pendek, menengah, dan panjang
ARIMA	Stasioner atau diubah menjadi stasioner	Minimal 50	Pendek, menengah, dan panjang

C. Metode *Double Exponential Smoothing Holt's* (DES)

[15] menjelaskan bahwa metode *Double Exponential Smoothing Holt's* adalah metode *time series* dengan kemampuan khusus menangkap pola tren linier. Pada metode eksponensial yang menangani data dengan komponen tren, nilai pemulusan akan muncul di periode sebelum data aktual. Oleh karena itu, penggabungan nilai pemulusan tunggal dan ganda merupakan langkah penting untuk mengakomodasi tren dalam data [16]. Dalam metode *Holt's*, pemulusan nilai tren tidak dilakukan langsung dengan pemulusan ganda, tetapi dengan menggunakan parameter yang berbeda dari pemulusan data asli [17]. Metode ini menggunakan dua konstanta, yaitu α dan β [18].

Peramalan dengan metode ini dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+m} = S_t + T_t$$

Keterangan:

S_t = Nilai pemulusan tunggal

X_t = Data aktual pada waktu ke t

T_t = Pemulusan tren

F_{t+m} = Nilai ramalan

m = Periode masa mendatang

α = Koefisien pemulusan ($0 < \alpha < 1$)

β = Koefisien pemulusan untuk tren ($0 < \beta < 1$)

ANALISIS PENGADAAN KEBUTUHAN *CHEMICAL WATER DETECTOR* (CWD) PADA KEGIATAN PENYALURAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FORECASTING* DI DPPU NGURAH RAI

D. Metode *Trend Analysis*

Peramalan *trend* merupakan metode yang memprediksi nilai di masa depan dengan menyesuaikan garis tren pada data historis dan memproyeksikan garis tersebut ke masa mendatang untuk peramalan yang mencakup periode waktu yang lebih lama [19]. Metode peramalan ini direkomendasikan untuk digunakan pada data yang memiliki kecenderungan tren yang konsisten, baik naik maupun turun [20]. Peramalan dengan metode ini dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Keterangan:

\hat{Y} = Nilai variabel terikat

X = Nilai variabel bebas

a = Konstanta

E. Uji Kesalahan Peramalan

Akurasi peramalan dievaluasi melalui perbandingan hasil peramalan dengan nilai aktualnya. Semakin kecil nilai kesalahan peramalan, semakin akurat pula prediksi yang dihasilkan [21]. Terdapat beberapa metode untuk menghitung besarnya kesalahan peramalan, di antaranya [22][23]:

1. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

MAD merupakan metrik yang mengukur kesalahan rata-rata peramalan absolut dalam jangka waktu tertentu, terlepas dari pertimbangan apakah peramalan lebih tinggi atau lebih rendah daripada nilai sebenarnya. Perhitungan nilai MAD adalah sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{N}$$

Keterangan:

A_t = permintaan aktual pada periode ke-t

F_t = peramalan permintaan pada periode ke-t

N = jumlah periode permintaan yang terlibat

2. *Mean Squared Error* (MSE)

MSE merupakan metode kedua dalam mengevaluasi akurasi peramalan dengan menghitung rata-rata deviasi kuadrat dari peramalan, memberikan bobot yang lebih besar pada kesalahan yang lebih besar. Perhitungan nilai MSE adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum |A_t - F_t|^2}{N}$$

Keterangan:

A_t = permintaan aktual pada periode ke-t

F_t = peramalan permintaan pada periode ke-t

N = jumlah periode permintaan yang terlibat

3. *Mean Absolute Percent Error* (MAPE)

MAPE adalah metrik yang mengukur rata-rata dari kesalahan peramalan absolut dalam jangka waktu tertentu, diubah menjadi persentase. Perhitungan nilai MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

A_t = permintaan aktual pada periode ke-t

F_t = peramalan permintaan pada periode ke-t

N = jumlah periode permintaan yang terlibat

E. Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Menurut [24], manajemen persediaan dilakukan secara berkelanjutan, mencakup seluruh proses dari produksi hingga pemesanan, untuk memastikan material datang tepat waktu. Persediaan pengaman berperan penting dalam meminimalisir kerugian akibat kehabisan persediaan (*stockout*), sekaligus membantu mengendalikan biaya penyimpanan yang berlebihan [25]. Perhitungan rumus berikut digunakan untuk menentukan tingkat persediaan pengaman yang optimal:

$$Safety\ stock = Z \times \sqrt{\left(\frac{PC}{T}\right)} \times \sigma D$$

Keterangan:

Z = *safety factor*

PC = *performance cycle* atau siklus *forecast*

σD = standar deviasi

T = siklus periode

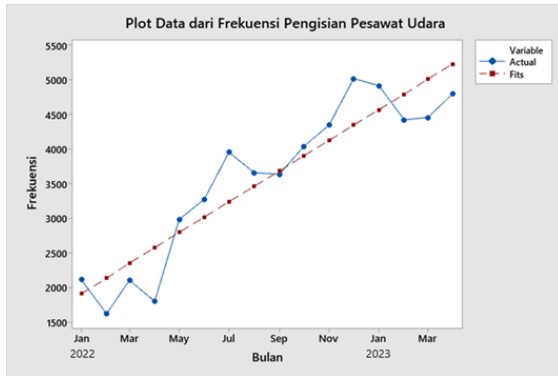
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Chemical Water Detector (CWD) merupakan alat yang dirancang untuk mendeteksi air tersuspensi dalam Avtur/Jet A-1 dengan tingkat kepekaan tinggi, yaitu pada konsentrasi yang sangat rendah (15-30 ppm). CWD dimanfaatkan pada kegiatan operasional perusahaan, salah satunya di kegiatan penyaluran, saat pengambilan sampel Avtur/Jet A-1 pada kendaraan pengisian *refueller* atau *hydrant dispenser* yang dilengkapi dengan *sight glass*. CWD *testing* pada kegiatan penyaluran dilakukan sekurang-kurangnya 1 kali setelah pengisian mencapai 1000 liter. Dengan kata lain, setiap pengambilan sampel Avtur/Jet A-1 untuk pengisian pesawat udara membutuhkan 1 kapsul CWD. Penulis mengumpulkan data frekuensi pengisian pesawat udara dari 1 Januari 2022 hingga 30 April 2023 untuk dapat melakukan peramalan kebutuhan CWD, seperti yang ditunjukkan pada Tabel II.

TABEL II
DATA FREKUENSI PENGISIAN PESAWAT UDARA

Bulan	Tahun	
	2022	2023
Januari	2.120	4.910
Februari	1.629	4.420
Maret	2.112	4.454
April	1.808	4.802
Mei	2.986	
Juni	3.279	
Juli	3.953	
Agustus	3.659	
September	3.636	
Oktober	4.038	
November	4.348	
Desember	5.015	

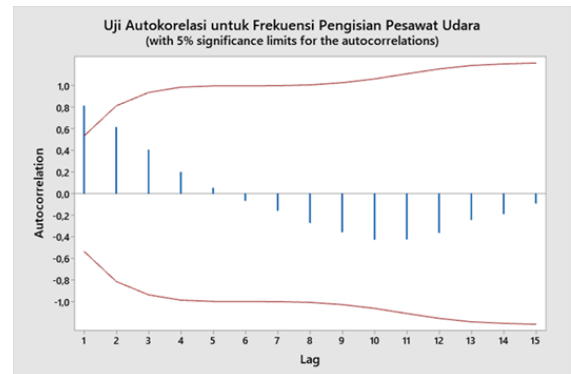
Data frekuensi pengisian pesawat udara selama periode Januari 2022 hingga April 2023 divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan analisis dan identifikasi pola. Berdasarkan pengamatan grafik pada Gambar 2, terlihat bahwa data tersebut tidak stasioner dengan tren peningkatan dari kiri ke kanan meskipun terdapat penurunan pada bulan tertentu.



Gambar 2 Plot Data Frekuensi Pengisian Pesawat Udara

Penulis kemudian menganalisis keterkaitan antara nilai data saat ini (t) dan nilai data di masa lalu (t_{-1}) menggunakan *software* Minitab 19 melalui uji autokorelasi. Gambar 3 menunjukkan bahwa hubungan yang kuat antara data pada waktu t dan data pada waktu (t_{-1}), namun mengalami penurunan secara perlahan. Analisis autokorelasi dengan tingkat kepercayaan 95% data frekuensi pengisian pesawat udara menunjukkan bahwa nilai korelasi pada lag 1 melebihi batas signifikansi (garis merah). Hal ini mengindikasikan adanya autokorelasi dan tren dalam data [26]. Dari hasil analisis data, metode yang direkomendasikan untuk diterapkan adalah metode *Double Exponential Smoothing Holt's* dan metode *Trend*, sesuai dengan panduan Tabel I. Pemilihan metode ini didasarkan pada beberapa faktor, yaitu pola data, ketersediaan data historis, serta jangka waktu peramalan. Kedua metode tersebut dipilih karena kemampuannya dalam menangkap tren dalam data dengan ketersediaan 10 hingga 15 data

historis. Validasi keandalan peramalan akan diuji melalui perhitungan error *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).



Gambar 3 Uji Autokorelasi Data

A. Perhitungan Peramalan CWD Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing Holt's*

Tabel III menyajikan peramalan kebutuhan CWD di kegiatan penyaluran selama 12 bulan ke depan (Mei 2023-April

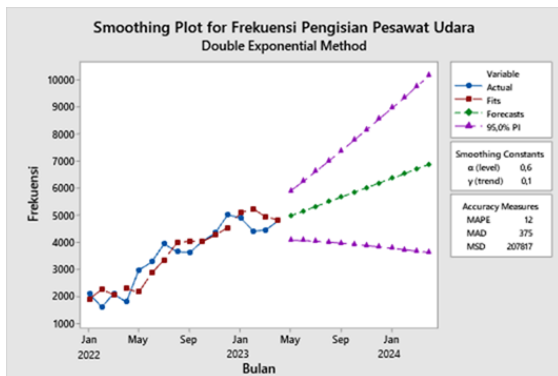
2024) berdasarkan frekuensi pengisian pesawat udara menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt's* melalui Microsoft Excel. Nilai optimal parameter diperoleh melalui proses *trial and error* sebanyak 81 kali. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai α terbaik adalah 0,6 dan nilai β terbaik adalah 0,1.

TABEL III
HASIL PERAMALAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT'S* MENGGUNAKAN MICROSOFT EXCEL

Tahun	Bulan	Periode	Frekuensi Pengisian Pesawat Udara	Level (S _t)	Tren (T _t)	Forecast	Error	[Error]	MAD	MSE	MAPE
2022		0		1.698	221						
	Januari	1	2.120	2.039	233	1.918	-202	202	202	40.724	10
	Februari	2	1.629	1.886	194	2.272	643	643	643	413.495	39
	Maret	3	2.112	2.099	196	2.080	-32	32	32	999	1
	April	4	1.808	2.003	167	2.295	487	487	487	237.585	27
	Mei	5	2.986	2.660	216	2.170	-816	816	816	666.189	27
	Juni	6	3.279	3.118	240	2.875	-404	404	404	162.961	12
	Juli	7	3.953	3.715	276	3.358	-595	595	595	354.566	15
	Agustus	8	3.659	3.792	256	3.991	332	332	332	109.935	9
	September	9	3.636	3.801	231	4.047	411	411	411	169.314	11
	Oktober	10	4.038	4.036	232	4.032	-6	6	6	39	0
	November	11	4.348	4.316	236	4.267	-81	81	81	6.554	2
2023	Desember	12	5.015	4.830	264	4.552	-463	463	463	214.358	9
	Januari	13	4.910	4.984	253	5.094	184	184	184	33.849	4
	Februari	14	4.420	4.747	204	5.237	817	817	817	667.045	18
	Maret	15	4.454	4.653	174	4.951	497	497	497	246.834	11
	April	16	4.802	4.812	173	4.827	25	25	25	628	1
	Mei	17				4.985					
	Juni	18				5.158					
	Juli	19				5.330					
	Agustus	20				5.503					
	September	21				5.676					
	Oktober	22				5.849					
	November	23				6.022					
2024	Desember	24				6.195					
	Januari	25				6.367					
	Februari	26				6.540					
	Maret	27				6.713					
	April	28				6.886					
									375	207.817	12
									MAD	MSE	MAPE

Perhitungan manual metode *Double Exponential Smoothing Holt's* divalidasi melalui Minitab 19 untuk meminimalisir potensi *human error* dan sudah menunjukkan kesesuaian hasil seperti yang disajikan di Gambar 4.

ANALISIS PENGADAAN KEBUTUHAN *CHEMICAL WATER DETECTOR* (CWD) PADA KEGIATAN PENYALURAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FORECASTING* DI DPPU NGURAH RAI



Gambar 4 Hasil Peramalan Metode *Double Exponential Smoothing Holt's* Melalui Minitab 19

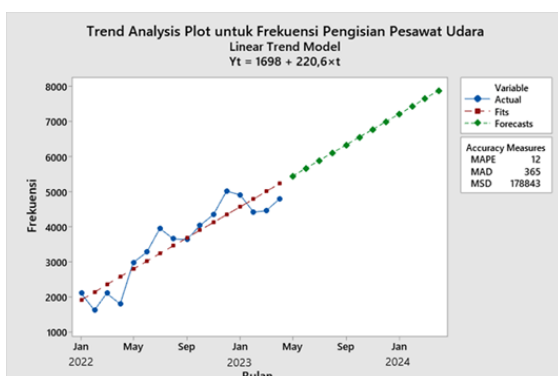
B. Perhitungan Peramalan CWD Menggunakan Metode *Trend Analysis*

Tabel IV menyajikan peramalan kebutuhan CWD di kegiatan penyaluran selama 12 bulan ke depan (Mei 2023-April 2024) berdasarkan frekuensi pengisian pesawat udara menggunakan metode *Trend* pada Microsoft Excel. Analisis data melalui *scatter diagram* menghasilkan persamaan $y = 220,6x + 1698$.

TABEL IV
HASIL PERAMALAN METODE *TREND ANALYSIS* MELALUI MICROSOFT EXCEL

Tahun	Bulan	Periode	Frekuensi Pengisian Pesawat Udara	Forecast	Error	[Error]	MAD	MSE	MAPE
2022	Januari	1	2.120						
	Februari	2	1.629						
	Maret	3	2.112	2.360	248	248	248	61.405	12
	April	4	1.808	2.580	772	772	772	596.602	43
	Mei	5	2.986	2.801	-185	185	185	34.225	6
	Juni	6	3.279	3.022	-257	257	257	66.255	8
	Juli	7	3.953	3.242	-711	711	711	505.237	18
	Agustus	8	3.659	3.463	-196	196	196	38.494	5
	September	9	3.636	3.683	47	47	47	2.247	1
	Oktober	10	4.038	3.904	-134	134	134	17.956	3
	November	11	4.348	4.125	-223	223	223	49.908	5
	Desember	12	5.015	4.345	-670	670	670	448.632	13
2023	Januari	13	4.910	4.566	-344	344	344	118.474	7
	Februari	14	4.420	4.786	366	366	366	134.249	8
	Maret	15	4.454	5.007	553	553	553	305.809	12
	April	16	4.802	5.228	426	426	426	181.135	9
	Mei	17		5.448					
	Juni	18		5.669					
	Juli	19		5.889					
	Agustus	20		6.110					
	September	21		6.331					
	Oktober	22		6.551					
	November	23		6.772					
	Desember	24		6.992					
2024	Januari	25		7.213					
	Februari	26		7.434					
	Maret	27		7.654					
	April	28		7.875					
							367	182.902	11
							MAD	MSE	MAPE

Perhitungan manual metode *Trend Analysis* divalidasi dengan menggunakan Minitab 19 untuk meminimalisir potensi *human error* dan sudah menunjukkan kesesuaian hasil seperti yang disajikan di Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Peramalan Metode *Trend Analysis* Melalui Minitab 19

C. Analisis Hasil Peramalan

Analisis nilai *error* menunjukkan bahwa metode peramalan *Trend Analysis* menghasilkan tingkat *error* yang lebih rendah daripada metode *Double Exponential Smoothing Holt's*. Hal itu dibuktikan oleh Tabel V nilai MAD sebesar 375, nilai MSE sebesar 178.843, dan MAPE sebesar 12% yang menunjukkan akurasi peramalan yang baik.

TABEL V
RINGKASAN TINGKAT KESALAHAN

No	Metode	Mean Absolute Deviation (MAD)	Mean Squared Error (MSE)	Mean Absolute Percent Error (MAPE)
1	Double Exponential Smoothing Holt's	375	207.817	12
2	Trend Analysis	365	178.843	12

Tabel VI menyajikan peramalan kebutuhan CWD untuk kegiatan penyaluran selama 12 bulan mendatang.

TABEL VI
KEBUTUHAN CWD SELAMA 12 BULAN MENDATANG

Tahun	Bulan	Jumlah per Kapsul	Jumlah per Kotak
2023	Mei	5.448	69
	Juni	5.669	71
	Juli	5.889	74
	Agustus	6.110	77
	September	6.331	80
	Oktober	6.551	82
	November	6.772	85
	Desember	6.992	88
2024	Januari	7.213	91
	Februari	7.434	93
	Maret	7.654	96
	April	7.875	99

Penetapan persediaan pengaman (*safety stock*) bertujuan untuk meminimalisir resiko terjadinya kehabisan stok (*stock out*) akibat kerusakan ataupun kadaluwarsa [27]. Perhitungan persediaan pengaman CWD menggunakan Microsoft Excel menghasilkan rekomendasi agar perusahaan memiliki minimal 13 kotak CWD sebagai stok. Hasil ramalan ini akan menjadi panduan bagi perusahaan dalam menyusun perencanaan pengadaan CWD yang lebih optimal selama 12 bulan ke depan, mulai dari bulan Mei 2023 hingga April 2024.

IV. KESIMPULAN

Salah satu metode pengendalian mutu Avtur/Jet A-1 adalah dengan menggunakan CWD yang dapat mendeteksi air tersuspensi yang tidak terlihat dengan mata. Alat CWD terdiri dari suntikan dan kapsul *detector*. Jika terdapat air

tersuspensi dalam BBMP, warna pada kapsul CWD akan berubah. Analisis data frekuensi pengisian pesawat udara dari Bulan Januari 2022 hingga April 2023 menunjukkan tren kenaikan yang konsisten, sehingga metode *Trend Analysis* direkomendasikan untuk meramalkan kebutuhan CWD selama 12 bulan ke depan dalam kegiatan penyaluran. Peramalan menunjukkan bahwa kebutuhan CWD akan terus meningkat, memungkinkan perusahaan untuk menyusun strategi pengadaan yang lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis secara hormat ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pembimbing Lapangan, Pimpinan, serta seluruh Staf di DPPU Ngurah Rai atas kesempatan yang diberikan untuk melaksanakan penelitian dan bantuan dalam pengumpulan data. Ucapan terima kasih kepada Dosen Pembimbing berkat arahan dan bimbingannya yang sangat bermanfaat, penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada keluarga dan teman-teman yang selalu setia mendukung selama penelitian berlangsung.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Alvian, F., Helilintar, R., & Kasih, P. (2021). *Peramalan Penjualan Kalender Menggunakan Algoritma Time Series Pada Toko Buku Alief Kediri*.
- [2] Prasetya, Hery, & Fitri, L. (2009). *Manajemen Operasi*. Media Presindo.
- [3] Auliasari, K., Kertaningtyas, M., & Kriswantono, M. (2019). Penerapan Metode Peramalan untuk Identifikasi Potensi Permintaan Konsumen. *Informatics Journal*, 4(3), 121–129.
- [4] Awaluddin, R., Fauzi, R., & Harjadi, D. (2021). PERBANDINGAN PENERAPAN METODE PERAMALAN GUNA MENGOPTIMALKAN PENJUALAN (Studi Kasus Pada Konveksi Astaprint Kabupaten Majalengka). *Jurnal Bisnis: Riset Bisnis Dan Manajemen*, 3(1), 12–18. <http://bisnisman.nusaputra.ac.id>
- [5] Darma Jaya, J. (2019). Peramalan Jumlah Populasi Sapi Potong di Kalimantan Selatan Menggunakan Metode Moving Average, Exponential Smoothing dan Trend Analysis. *JURNAL TEKNOLOGI AGRO-INDUSTRI*, 6(1), 41–50.
- [6] Aden, & Supriyanti, A. (2020). Prediksi Jumlah Calon Peserta Didik Baru Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dari Brown. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 1(1), 56–62.
- [7] Kurniawan, M. H., & Herwanto, D. (2022). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing dan Moving Average pada Peramalan Permintaan Produk Gasket Cap di PT. Nesinak Industries. *Serambi Engineering*, VII(1), 2537–2546.
- [8] Satyarini, R. (2007). MENENTUKAN METODE PERAMALAN YANG TEPAT. *Bina Ekonomi Majalah Ilmiah Fakultas Ekonomi Unpar*, 59–70.
- [9] Heizer, J., & Barry, R. (2009). *Manajemen Operasi* (9th ed.). Salemba Empat.
- [10] Rachman, R. (2018). Penerapan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing pada Peramalan

**ANALISIS PENGADAAN KEBUTUHAN *CHEMICAL WATER DETECTOR* (CWD) PADA
KEGIATAN PENYALURAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FORECASTING* DI DPPU
NGURAH RAI**

- Produksi Garment. *JURNAL INFORMATIKA*, 5(1), 211–220.
- [11] Herjanto, E. (2008). *Manajemen Operasi* (Ketiga). Grasindo.
- [12] Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Ghalia Indonesia.
- [13] Seto, S., Nita, Y., & Triana, L. (2016). *Manajemen Farmasi : Lingkungan Apotek, Farmasi Rumah Sakit, Industri Farmasi, Pedagang Besar Farmasi*.
- [14] Habsari, H. D. P., Purnamasari, I., & Yuniarti, D. (2020). PERAMALAN MENGGUNAKAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN VERIFIKASI HASIL PERAMALAN MENGGUNAKAN GRAFIK PENGENDALI TRACKING SIGNAL. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(1), 013–022. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss1pp013-022>
- [15] Olivia, M., & Amelia. (2021). Metode Exponential Smoothing untuk Forecasting Jumlah Penduduk Miskin di Kota Langsa. *Jurnal Matematika Dan Terapan*, 3(1), 47–51.
- [16] Winarno, F. S., Damayanti, D. D., & Santosa, B. (2017). *PENENTUAN JUMLAH PERENCANAAN PERMINTAAN CAT UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT AKURASI PERAMALAN BERDASARKAN PERAMALAN PERMINTAAN CAT PADA PT.XYZ*. 4(1), 1607–1074.
- [17] Hayuningtyas, R. Y. (2017). Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Weighted Moving Average dan Metode Double Exponential Smoothing. *Jurnal PILAR Nusa Mandiri*, 13(2), 217–222.
- [18] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid I* (Revisi). Binapura Aksara.
- [19] Hernadwita, Kurnia Hadi, Y., Julian Syaputra, M., & Setiawan, D. (2020). Peramalan Penjualan Obat Generik Melalui Time Series Forecasting Model Pada Perusahaan Farmasi di Tangerang: Studi Kasus. *JOURNAL INDUSTRIALENGINEERING&MANAGEMENT RESEARCH(JIEMAR)*, 1(2), 35–49. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i2>
- [20] Sutisna, F. (n.d.). *Analisis Perbandingan Tingkat Kesalahan Metode Peramalan Sebagai Upaya Perencanaan Pengelolaan Persediaan yang Optimal pada PT Duta Indah Sejahtera*.
- [21] Sofyan, D. K. (2013). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. NAD: Graha Ilmu.
- [22] Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). PENERAPAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN ATAP di PT X. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 11–20.
- [23] Saptaria, L. (2016). Peramalan Permintaan Produk Cincin Hitam dalam Memaksimalkan SCM (Supply Chain Management). *JURNAL MANAJEMEN DAN KEWIRAUSAHAAN*, 1(3), 247–256.
- [24] Hazimah, Sukanto, Y. A., & Triwuri, N. A. (2020). Analisis Persediaan Bahan Baku, Reorder Point dan Safety Stock Bahan Baku ADC-12. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 20(2), 675–681. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v20i2.989>
- [25] Fajar Sidqi, & Irfan Dwiguna Sumitra. (n.d.). *PERAMALAN PENJUALAN BARANG SINGLE VARIANT MENGGUNAKAN METODE ARIMA, TREND ANALYSIS, DAN SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING*.
- [26] Singgih, S. (2009). *Business Forecasting Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan Minitab dan SPSS*. Elex Media Komputindo.
- [27] Rangkuti, F. (2004). *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*. PT. Raja Grafindo Persada