

USULAN PERENCANAAN PERAMALAN DAN SAFETY STOCK PRODUKSI AMDK KH-Q 220ML MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES

Aisyah Qurrota Ayun¹, Faradhina Azzahra*²

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: aisyah_ayun@yahoo.com

Abstrak

Peramalan merupakan salah satu metode untuk melakukan perencanaan dan pengendalian produksi untuk menghadapi ketidakpastian di masa depan. PT Buya Barokah yang terletak di Kabupaten Kudus merupakan perusahaan yang memproduksi AMDK. Perusahaan dihadapkan dengan permintaan yang fluktuatif dan cenderung akan naik pada saat hari raya umat Islam. Kekurangan produksi dapat merugikan perusahaan karena kehilangan kesempatan sebab tidak dapat memenuhi permintaan pasar. Disisi lain, kelebihan stock produksi menyebabkan peletakan barang jadi berada di luar Gudang dan timbul defect. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan jumlah produksi AMDK selama 12 periode ke depan dan menetapkan jumlah safety stock guna menjaga kelancaran proses bisnis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode time series untuk menghitung jumlah produksi yang optimal, dilanjutkan menghitung error di masing-masing metode untuk mengetahui metode mana yang terbaik dengan mempertimbangkan nilai MAPE terkecil. Kemudian dilakukan uji verifikasi menggunakan peta moving range dan Uji F serta dilanjutkan dengan menghitung safety stock. Dari hasil pengolahan data, metode yang terpilih adalah Holt Winter's method dengan nilai MAPE sebesar 11%. Nilai tersebut termasuk ke dalam kemampuan model peramalan yang baik. Perusahaan menggunakan service level sebesar 90% dikarenakan perusahaan belum berani mengambil resiko tinggi dengan mempertimbangkan kapasitas yang tersedia. Usulan jumlah safety stock dengan service level 90% yaitu sebesar 1534 unit.

Kata kunci: peramalan; deret waktu; safety stock; holt winter's method

Abstract

Forecasting is one of the methods for planning and controlling production to deal with future uncertainties. PT Buya Barokah, located in Kudus Regency, is a company that produces bottled water. The company is faced with fluctuating demand and tends to increase during Muslim Events. Production shortages can harm the company because it loses opportunities because it cannot meet market demand. On the other hand, excess production stock causes the placement of finished goods outside the warehouse and defects arise. The objectives of this study are to determine the amount of bottled water production for the next 12 periods and determine the amount of safety stock to ensure business process continuity. The method used in this research is the time series method to calculate the optimal amount of production, followed by calculating the error in each method to find out which method is the best by considering the smallest MAPE value. Then the verification test is carried out using the moving range map and the F test and continued by calculating the safety stock. From the results of data processing, the selected method is Holt Winter's method with a MAPE value of 11%. This value is included in the ability of a good forecasting model. The company uses a service level of 90% because the company has not dared to take high risks by considering the available capacity. The proposed amount of safety stock with a 90% service level is 1534 units.

Keywords: forecasting; time series; stok pengaman; metode holt winter's

1. Pendahuluan

Forecasting adalah salah satu fungsi dari bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk – produk supaya produk tersebut dapat digunakan dan dijual dalam jumlah yang tepat dimana peramalan merupakan pendugaan terhadap suatu permintaan yang akan datang berdasarkan variabel atau faktor peramal, contohnya seperti data waktu historis permintaan [1].

PT Buya Barokah merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam air kemasan yang terletak di Kabupaten Kudus. Perusahaan ini memproduksi AMDKM hampir setiap hari untuk memenuhi permintaan pelanggan. Proses produksi pada PT Buya Barokah akan berjalan apabila ada permintaan. Sehingga permintaan konsumen sangat penting dalam kegiatan industri ini. Perusahaan dihadapkan dengan kesadaran yang sangat penting dalam kegiatan perindustrian ini. Perusahaan dihadapkan dengan permintaan yang fluktuatif. Kemudian permintaan customer mengenai AMDK setiap tahunnya cenderung naik pada hari yang umat Islam rayakan dan menurun setelah musim hari Raya umat Islam.

Jumlah demand penjualan yang tidak pasti menyebabkan proses produksi kurang efisien. Selain itu, Air Minum Dalam Kemasan merupakan produk yang mudah rusak apabila disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Sehingga perusahaan perlu berhati-hati dalam menentukan kebijakan pengendalian persediaan agar kualitas produk tetap terjaga. Oleh sebab itu, perusahaan harus berhati-hati dalam menentukan jumlah penjualan agar dapat memenuhi permintaan konsumen dengan tepat dan tidak mengalami kerugian serta kalah saing dengan perusahaan lain. Oleh karena itu, perlu ditinjau kembali dari sisi perencanaan maupun metode pengadaan yang digunakan untuk menyediakan produk jadi lebih optimal. Untuk mencapai tujuan tersebut perlu dilakukannya peramalan permintaan.

2. Studi Literatur

Peramalan

Peramalan merupakan suatu proses dalam memperkirakan kejadian atau keadaan dimasa yang akan datang dengan melihat keadaan dimasa lalu dengan menggunakan metode ilmu yang bersifat kualitatif dilakukan secara sistematis dengan tetap mempertimbangkan hal hal yang bersifat kualitatif. [2]

Plot Data

Plot data digunakan untuk menentukan metode yang akan digunakan dalam melakukan peramalan. Terdapat 5 pola peramalan, yaitu: [3]

- a. Konstan
Plot data yang terjadi saat nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata konstan dan tidak berubah sepanjang waktu.
- b. Trend
Plot data yang mengandung komponen jangka panjang dan menunjukkan kenaikan atau penurunan dalam data. Data mengalami pergerakan sedikit demi sedikit meningkat atau menurun dimana plotnya memiliki kecenderungan untuk naik atau turun secara terus menerus.
- c. Siklus
Plot data yang digambarkan sebagai fluktuasi seperti gelombang pada garis trend dimana cenderung berulang dalam dua, tiga periode atau lebih. Fluktuasi yang terjadi pada data runtut waktu tersebut dapat disebabkan oleh perubahan kondisi ekonomi.
- d. Musiman
Plot data yang terjadi saat suatu deret dipengaruhi oleh faktor yang sifatnya musiman. Pola data tersebut akan mengalami pengulangan pada kurun waktu tertentu seperti kuartal, bulan, atau minggu.
- e. Random
Plot data yang menggambarkan kondisi tidak wajar serta komponen yang acak. Dalam plot data random, dapat terjadi kondisi data mengalami kenaikan, penurunan, ataupun musiman.

Metode Deret Waktu (Time Series)

Deret waktu merupakan suatu himpunan observasi dimana variabel yang digunakan diukur dalam urutan periode waktu, misalnya tahunan, bulanan, triwulan, dan lainnya. Metode peramalan ini didasarkan pada nilai variabel yang telah lalu atau analisa pola hubungan variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu yang merupakan data deret waktu / time series. [4]. Tujuan dari metode time series adalah untuk menemukan pola data secara historis dan mengekstrapolasikan data tersebut ke masa yang akan datang. Metode yang terdapat pada peramalan time series antara lain:

A. Moving Average

Moving average merupakan metode peramalan yang menggunakan rata-rata historis aktual di beberapa periode terakhir untuk peramalan berikutnya [5]. Perhitungan metode moving average ditunjukkan oleh rumus dibawah ini:

$$Ft_t = a_{t-1} + (b_{t-1} \times m) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

a_t = nilai konstanta

b_t = nilai koefisien trend

*Penulis Korespondensi.

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

F_t = Hasil *forecast* periode t
 t = Periode *forecast* mendatang yang diinginkan

- B. Exponential Smoothing
 metode peramalan rata – rata bergerak dengan pembobotan, Dimana α adalah sebuah bobot atau konstanta penghalusan yang dipilih oleh peramal yang mempunyai nilai antara 0 dan 1 [6]. Exponential smoothing terbagi menjadi dua, yaitu single exponential smoothing dan double exponential smoothing. Perhitungan metode single exponential smoothing ditunjukkan oleh rumus dibawah ini:

$$Ft_t = ax + (1 - a)F_{t-1} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

F_t = Nilai *forecasting* untuk periode t

a = Nilai konstanta smoothing

x = *Demand* periode $t-1$

Perhitungan metode double exponential smoothing ditunjukkan oleh rumus dibawah ini:

$$Ft_t = a_t + (b_t x 1) \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

a = parameter pertama perataan antara 0 dan 1

b_t = nilai koefisien trend

F_t = Hasil *forecast* periode t

- C. Holt Winter's Method
 Metode peramalan yang diperkenalkan oleh Holt dengan cara menggunakan persamaan kuadrat. Metode Holt Winter cocok digunakan untuk membuat peramalan dari data yang berfluktuasi atau plot data seasonal. Metode Holt Winter merupakan perkembangan dari metode exponential smoothing yang memiliki tiga konstanta smoothing yaitu smoothing level, trend, dan seasonal.

- D. Classical Decomposition
 Metode deret berkala atau yang lebih dikenal dengan sebutan metode dekomposisi merupakan metode peramalan yang berdasar pada pemikiran bahwa yang biasanya terjadi maka akan terjadi kembali dengan model yang sama. Di masa depan yang biasanya menurun akan berkurang, yang biasanya berfluktuasi akan berfluktuasi, dan yang biasanya tidak teratur akan menjadi tidak teratur [7]. Metode dekomposisi terbagi menjadi dua, yaitu dekomposisi aditif dan dekomposisi multiplikatif.

Perhitungan Error

Ketepatan dari suatu metode peramalan merupakan kesesuaian dari suatu metode yang menunjukkan seberapa jauh model peramalan tersebut mampu meramalakan data aktual. Nilai hasil peramalan akan selalu berbeda dengan data aktual. Perbedaan antara

nilai peramalan dengan data aktual disebut kesalahan peramalan (error). Secara umum menghitung eror menggunakan rumus berikut:

$$e_t = d_t - d'_t \dots\dots\dots(2.4)$$

Metode peramalan yang memiliki nilai kesalahan hasil peramalan terkecil, akan dianggap sebagai metode yang cocok untuk digunakan. Terdapat banyak metode untuk melakukan perhitungan kesalahan peramalan. Metode yang digunakan dalam peramalan ini adalah sebagai berikut:

- A. Mean Absolute Deviation (MAD)

MAD merupakan metode untuk mengukur kesalahan peramalan secara keseluruhan dengan mengambil jumlah nilai absolut dari setiap kesalahan peramalan dibagi dengan jumlah periode data (n). MAD dapat dirumuskan seperti:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - F_t|}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

e_t = Error

X_t = *Demand* periode t

F_t = Forecast periode t

n = Jumlah periode

- B. Mean Square Error (MSE)

MSE merupakan metode perhitungan Error dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. MSE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - F_t|^2}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

e_t^2 = Nilai kuadrat error

X_t = *Demand* periode t

F_t = Forecast periode t

n = Jumlah periode

- C. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah, dengan kata lain MAPE merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu yang kemudian dikalikan 100% agar mendapatkan hasil secara persentase. MAPE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|x_t - F_t|}{x_t}}{n} \times 100\% = \frac{\sum_{t=1}^n |pe|}{n} \dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

PE = Error

X_t = *Demand* periode t

F_t = Forecast periode t

n = Jumlah periode

Validasi

Validasi peramalan dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari peramalan yang dilakukan. Validasi merupakan ukuran seberapa baik suatu peramalan dalam memperkirakan nilai aktual. Terdapat beberapa metode validasi peramalan, yaitu [3].

- A. Peta moving range
Peta moving range digunakan untuk membandingkan nilai permintaan aktual dengan nilai peramalan. Perbandingannya dilakukan pada periode yang sama.
- B. Uji F
Uji F merupakan uji statistic yang digunakan untuk menguji hubungan atau pengaruh dua variabel nominal serta mengukur kekuatan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel nominal lainnya.
- C. Uji T
Uji T merupakan uji statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran atau tidaknya suatu hipotesis nol yang menyatakan bahwa dua buah mean sampel diambil acak dari populasi yang sama dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.
- D. Uji Chi Square
Uji Chi Square merupakan uji statistik yang digunakan untuk menguji hubungan atau pengaruh dua variabel nominal serta mengukur kekuatan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel nominal lainnya.

Safety Stock

Safety stock merupakan persediaan yang diadakan sebagai langkah antisipasi apabila terjadi kekurangan persediaan. *Safety stock* merupakan dilema dimana adanya stock out akan mengakibatkan proses produksi tidak dapat berjalan sebagaimana seharusnya. Sedangkan dengan adanya stock yang berlebih akan mengakibatkan biaya penyimpanan yang meningkat. Dalam menentukan *safety stock*, idealnya terdapat keseimbangan antara biaya penyimpanan dan biaya apabila stock tidak terpenuhi. Penentuan *safety stock* pada level tertentu bergantung pada jenis pemesanan persediaan pada masing – masing perusahaan apakah didasarkan pada interval tetap atau sistem jumlah tetap. Rumus yang digunakan dalam menghitung *safety stock* adalah.

$$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{LT} \dots\dots\dots(2.8)$$

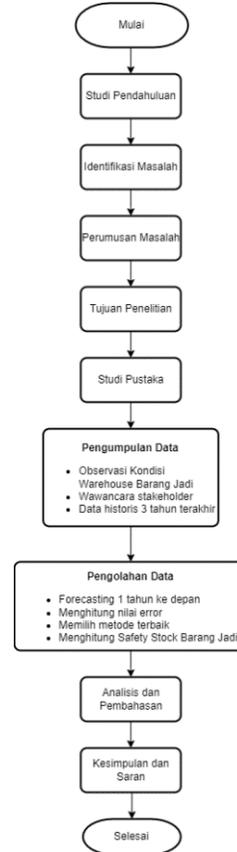
Keterangan:

- SS = *Safety stock*
- Z = Safety Factor (Service Level)
- σ = Standar Deviasi
- LT = *Lead time*

Kelebihan dari adanya *safety stock* adalah pada saat jumlah permintaan / *demand* mengalami lonjakan, maka *safety stock* padat digunakan untuk memenuhi

permintaan tersebut dengan sesegara mungkin tanpa harus menunggu waktu proses produksi yang cukup lama.

3. Metode Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian.

Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan di PT Buya Barokah Divisi AMDK. Jenis penelitian yang dilakukan tergolong ke dalam kategori studi deskriptif yang dilakukan sebagai bentuk upaya memperoleh penjelasan tentang faktor yang mempengaruhi proses kegiatan terkait beserta dengan komponen lain yang mungkin berhubungan dan memberikan pengaruh [2]. Langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini tersusun sebagai berikut:

1. Melakukan studi lapangan untuk mengamati terkait kondisi eksisting di divisi AMDK
2. Mengidentifikasi permasalahan pada proses peramalan melalui observasi dan wawancara secara langsung.
3. Merumuskan masalah berdasarkan hasil observasi yang berupa upaya perbaikan dengan metode peramalan time series untuk meningkatkan akurasi hasil peramalan.
4. Melakukan tinjauan Pustaka untuk engethau konsep dan metode analisis yang tepat.

5. Mengumpulkan data dan informasi yang dibutuhkan dengan cara:
 - a. Wawancara dengan karyawan untuk mengetahui faktor penyebab.
 - b. Data sekunder berupa data demand hasil produksi AMDK selama 3 tahun terakhir (Januari – Desember 2023)
6. Mengolah dan menganalisis data
7. Melakukan analisis hasil peramala permintaan 12 periode ke depan dan usulan safety stock.
8. Memberikan Kesimpulan dan saran terkait hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan.

Pengolahan Data

Tahap pengolahan data merupakan tahap dimana peneliti akan melakukan pengolahan terhadap data-data yang telah diperoleh sebelumnya. Pada tahap ini peneliti akan mengolah data sesuai dengan tujuan output yang akan dicapai. Adapun cara pengolahan data sebagai berikut:

1. Melakukan plot data demand historis Kh-Q 220ml.
2. Menghitung peramalan dengan metode time series.
3. Melakukan verifikasi untuk metode terbaik dengan nilai eror terkecil berdasarkan MAPE, MAD, dan MSE.
4. Melakukan validasi dengan peta moving range, Uji F, dan Uji T

4. Hasil dan Pembahasan

Data demand Kh-Q 220mL

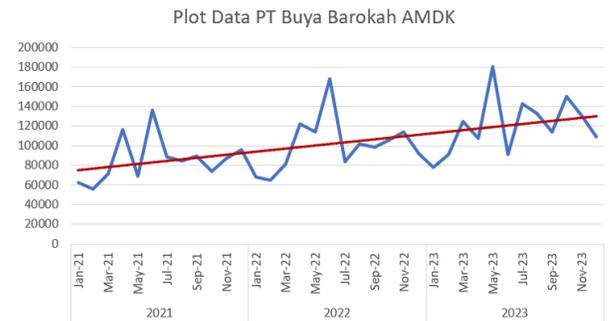
Tabel 1. Data AMDK Kh-Q 220ml.

Periode		Data Historis Demand
Tahun	Bulan	
2021	Jan	62000
	Feb	56000
	Mar	71200
	Apr	116000
	May	68700
	Jun	135800
	Jul	88600
	Aug	84300
	Sep	89000
	Oct	73900
	Nov	87000
	Dec	96200
2022	Jan	68000
	Feb	64900
	Mar	81400
	Apr	122000
	May	114000

Periode		Data Historis Demand
Tahun	Bulan	
2023	Jun	168000
	Jul	83500
	Aug	102000
	Sep	98000
	Oct	106000
	Nov	114000
	Dec	91600
	Jan	78000
	Feb	91000
	Mar	125000
	Apr	107000
	May	180000
Jun	91000	
Jul	143000	
Aug	133000	
Sep	114000	
Oct	150000	
Nov	130000	
Dec	109000	

Plot Data

Plot data bertujuan untuk menentukan metode yang cocok digunakan untuk melakukan peramalan. Berikut merupakan plot data 3 tahun terakhir.



Gambar 2. Plot Data

Berdasarkan hasil plot data diatas dapat dilihat bahwa data memiliki kecenderungan yang naik dari waktu ke waktu, selain itu dapat dilihat bahwa hasil plot data juga mengandung unsur musiman hal ini ditandai dengan adanya fluktuasi secara periodik pada waktu tertentu. Maka dari itu, pada kasus forecasting demand PT Buya Barokah peramalan dilakukan menggunakan metode yang memperhitungkan adanya trend dan musiman. Metode forecasting tersebut ialah Moving Average, Exponential Smoothing, Holt Winter's Method, dan Classical Decomposition. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode-metode tersebut, maka akan dipilih metode terbaik dengan cara membandingkan nilai kesalahan atau error yang dimiliki

oleh masing-masing metode dan metode yang akan digunakan ialah metode terbaik dengan nilai error terkecil.

Metode Single Moving Average

Pertama metode yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah Single Moving Average.

- Forecasting
Berikut merupakan hasil forecasting menggunakan metode SMA

Tabel 2. Hasil Peramalan SMA

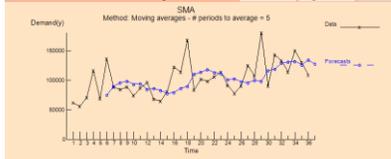
Periode	Ft (Forecast)
37	127200
38	127200
39	127200
40	127200
41	127200
42	127200
43	127200
44	127200
45	127200
46	127200
47	127200
481	127200

- Nilai error
Berikut merupakan nilai eror yang diperoleh menggunakan bantuan software POM QM

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	4392.903
MAD (Mean Absolute Deviation)	20996.77
MSE (Mean Squared Error)	833166600
Standard Error (denom=n-2=29)	29843.36
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	18.614%
Forecast	
next period	127200

Gambar 3. Output Error SMA

- Grafik
Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data dari hasil peramalan 12 periode mendatang:



Gambar 4. Grafik Peramalan SMA

Metode Double Moving Average

Metode kedua yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah Double Moving Average

- Forecasting
T = 5
 $S'_5 = \bar{X} =$
 $\sum_{i=1}^T \frac{X_i}{T} = \sum_{i=1}^5 \frac{62000+56000+71200+116000+68700}{5} =$
74780

$S''_9 = \bar{X} =$

$\sum_{i=1}^T \frac{S'_i}{T} = \sum_{i=1}^5 \frac{74780+89540+96060+98680+93280}{5} =$

90468

$a_9 = (S'_9 \times 2) - S''_9 = (93280 \times 2) - 90468 =$
96092

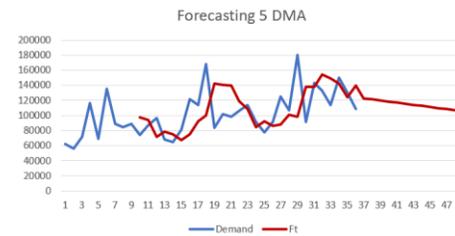
$b_9 = \left(\frac{2}{5-1}\right) \times (S'_9 - S''_9) = 1406$

$F_{10} = a_9 + (b_9 \times 1) = 96092 + (1406 \times 1) =$
97498

- Nilai error
Berikut merupakan nilai eror yang metode DMA:
Tabel 3. Error DMA

Verifikasi	MSE	MAD	MAPE
	1074043577,481	25380	23,287%

- Grafik
Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data dari hasil peramalan 12 periode mendatang:



Gambar 5. Grafik Peramalan DMA

Metode Single Exponential Smoothing

Metode ketiga yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah metode single exponential smoothing ($\alpha = 0,172$).

- Forecasting
Berikut merupakan hasil forecasting menggunakan metode SES.

Tabel 4. Hasil Peramalan SES

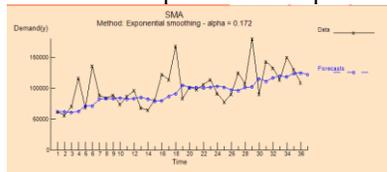
Periode	Ft (Forecast)
37	122321
38	122321
39	122321
40	122321
41	122321
42	122321
43	122321
44	122321
45	122321
46	122321
47	122321
481	122321

- Nilai *error*
Berikut merupakan nilai eror yang diperoleh menggunakan bantuan *software* POM QM

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	10020.07
MAD (Mean Absolute Deviation)	19667.0
MSE (Mean Squared Error)	796937400
Standard Error (denom=n-2=33)	29072.96
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	17.224%
Forecast	
next period	122320.9

Gambar 6. Output Error Metode SES

- Grafik
Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data dari hasil peramalan 12 periode mendatang:



Gambar 7. Grafik Peramalan SES

Metode Double Exponential Smoothing

Metode ke-empat yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah DES ($\alpha = 0,142$).

- *Forecasting*
Berikut merupakan hasil *forecasting* menggunakan metode DES.

Tabel 5. Hasil Peramalan DES

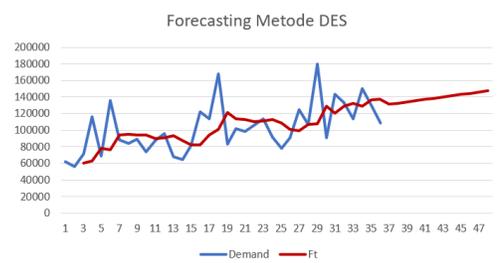
Periode	Ft (<i>Forecast</i>)
37	131091,524
38	132587,466
39	134083,408
40	135579,350
41	137075,292
42	138571,234
43	140067,176
44	141563,118
45	143059,060
46	144555,002
47	146050,944
481	147546,886

- Nilai *error*
Berikut merupakan nilai eror metode DES.

Tabel 6. Error DES

Verifikasi	MSE	MAD	MAPE
	811581221,517	21487,219	19,983%

- Grafik
Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data dari hasil peramalan 12 periode mendatang:



Gambar 8. Grafik Peramalan DES

Holt Winter's Method

Metode kelima yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah holt Winter's Method:

- *Forecasting*
Berikut merupakan hasil *forecasting* menggunakan Holt Winter's Method

Winters' Method for Demand Forecasts

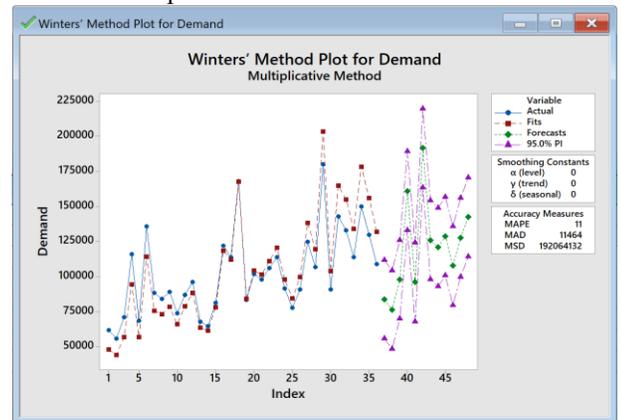
Period	Forecast	Lower	Upper
37	83859	55773	111945
38	76417	48331	104503
39	98010	69924	126096
40	161058	132971	189144
41	96197	68110	124283
42	191748	163661	219834
43	126136	98050	154223
44	120993	92907	149080
45	128766	100680	156853
46	107768	79681	135854
47	127864	99778	155950
48	142476	114390	170563

- Nilai *error*
Berikut merupakan nilai eror holt Winter's Method:

Accuracy Measures

MAPE	11
MAD	11464
MSD	192064132

- Grafik
Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data dari hasil peramalan holt Winter's Method:



Gambar 9. Grafik Peramalan Holt Winter's Method

Classical Decomposition:

Metode keenam yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah Classical Decomposition:

- **Forecasting**
Berikut merupakan hasil forecasting menggunakan Classical Decomposition.

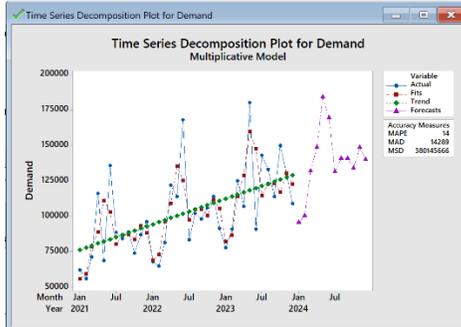
Forecasts	
Period	Forecast
Jan/2024	95581
Feb/2024	100394
Mar/2024	131965
Apr/2024	148649
May/2024	183946
Jun/2024	169451
Jul/2024	131403
Aug/2024	140738
Sep/2024	140790
Oct/2024	133863
Nov/2024	148524
Dec/2024	139866

- **Nilai eror**
Berikut merupakan nilai eror dari metode classical decomposition.

Accuracy Measures

MAPE	14
MAD	14289
MSD	380145666

- **Grafik**
Berikut merupakan grafik yang menunjukkan plot data dari hasil peramalan 12 periode mendatang.



Gambar 10. Grafik Peramalan Classical Decomposition

Perhitungan Eror

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan beberapa metode deret waktu, maka dilakukanlah pemilihan metode terbaik berdasarkan kriteria nilai eror terkecil. Dalam pemilihan metode terbaik, penentuan nilai eror terkecil dilakukan dengan metode MAPE (Mean Percentage Error), MAD (Mean Absolute Deviation), dan MSE (Mean Square Error) yaitu dengan melihat nilai eror hasil peramalan terhadap hasil produksi sesungguhnya selama periode tertentu. Berikut merupakan rekapitulasi eror dari keenam metode:

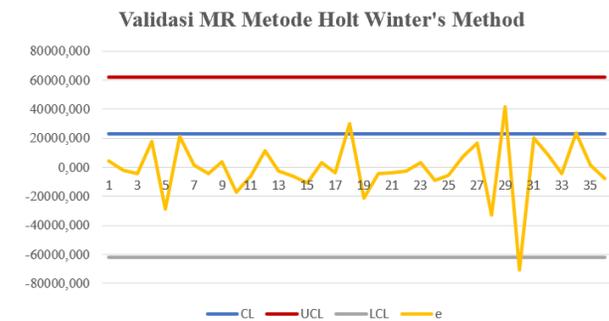
Tabel 7. Rekapitulasi Error

Verifikasi	MSE	MAD	MAPE
SMA	854353088,235	23438,235	22,560%
DMA	1311791104,975	29071,049	27,634%
SES	796937348,576	19666,994	17,224%
DES	811581221,517	21487,219	19,983%
Holt Winter's Decomposition Multiplicative	192064132	11464,000	11%

Dari tabel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa metode yang dapat digunakan untuk melakukan forecasting adalah Holts Winter Method. Selanjutnya, metode terpilih akan divalidasi menggunakan peta moving range.

Validasi Hasil Peramalan

Selanjutnya, metode terpilih yaitu hasil peramalan dengan metode Holt Winter's akan divalidasi menggunakan Peta Moving Range. Hasil validasi yang dilakukan dengan software excel sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik Validasi

Berdasarkan grafik moving range di atas, dapat dilihat bahwa terdapat nilai error yang berada di luar batas kontrol atas (UCL) sebesar dan batas kontrol bawah (LCL) pada periode ke 31. Sehingga diperlukan validasi tahap kedua menggunakan Uji F:

Tabel 8. Output Uji F
Uji F.

F-Test Two-Sample for Variances

	Variable 1	Variable 2
Mean	102586,111	103486,426
Variance	876339516	563225459
Observations	36	36
df	35	35
F	1,55593023	
P(F<=f) one-tail	0,0979754	
F Critical one-tail	1,75713953	

Validasi data dengan menggunakan Uji F memiliki daerah kritis f hitung > fa. Diperoleh hasil perhitungan menunjukkan f hitung < fa (1,5559 < 1,7571) sehingga dapat disimpulkan data tersebut memiliki variansi yang sama.

Hasil Peramalan

Metode peramalan yang dipilih yaitu metode Holt Winter Method yang dapat digunakan untuk memprediksi permintaan bahan baku air Kh-Q 220 ml selama 12 bulan ke depan Metode peramalan yang dipilih yaitu metode Holt Winter Method yang dapat digunakan untuk

memprediksi permintaan bahan baku air Kh-Q 220 ml selama 12 bulan ke depan.

Tabel 9. Hasil Peramalan Terpilih

Hasil Forecast	
Periode	Ft
1	83859,00
2	76417,00
3	98010,00
4	161058,00
5	96197,00
6	191748,00
7	126136,00
8	120993,00
9	128766,00
10	107768,00
11	127864,00
12	142476,00
Total	1461292

Safety Stock

PT Buya Barokah memiliki keinginan untuk bisa memenuhi kepuasan pelanggan sebesar 90%. Penentuan jumlah *safety stock* dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah produksi kemudian dicari standar deviasinya. Jika dilihat pada tabel distribusi Z, *service level* 90% adalah bernilai 1,28. Untuk perhitungan sebagai berikut:

$$ss = Z \times \sigma \times \sqrt{LT}$$

$$ss = 1,28 \times 29603,03 \times \sqrt{0,040}$$

$$ss = 1534,19 \approx 1534$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh bahwa *safety stock* untuk jumlah produksi Kh-Q 220 ml sejumlah 1534 unit.

5. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis adalah sebagai berikut:

1. Metode peramalan terpilih berdasarkan hasil perhitungan error yang paling kecil. Diutamakan perhitungan error MAPE dikarenakan MAPE menyatakan persentase kesalahan yang lebih akurat. Adapun metode peramalan yang menghasilkan error terkecil adalah Holt Winter's Method dengan nilai MAPE sebesar 11%. Dilanjutkan validasi menggunakan peta moving range untuk melihat apakah masih terdapat nilai Error yang berada di luar batas Upper Control Limit (UCL) dan Lower Control Limit (LCL). Nilai Central Limit (CL) yang didapat dari perhitungan sebesar 23264,76, Upper Control

Limit (UCL) sebesar 61884,262, dan Lower Control Limit (LCL) sebesar -61884,262. Berdasarkan analisis peta moving range, terdapat nilai Error yang melebihi nilai LCL, yaitu sebesar -70644,7. Karena masih terdapat nilai Error yang berada di luar batas toleransi, selanjutnya dilakukan uji F untuk melihat perbedaan variasi antara *demand* dan forecast. Berdasarkan uji F yang telah dilakukan, nilai F hitung < F tabel (1,555 < 1,757), yang berarti bahwa hasil uji F ini lolos (variasi *demand* sama dengan variasi forecast). Sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjutan, yaitu uji T.

2. Usulan *safety stock* yang diberikan kepada PT Buya Barokah Kudus adalah *safety stock* dengan service level sebesar 90%. Perusahaan memilih service level sebesar 90% dikarenakan perusahaan belum berani mengambil resiko tinggi berdasarkan kapasitas yang tersedia di pabrik. Dengan service level 90% didapatkan nilai *safety stock* sebanyak 1534 unit. *Safety stock* ini dapat membantu perusahaan dalam memenuhi permintaan yang ada namun tidak akan mengalami *overstock* atau stock yang berlebihan.

Daftar Pustaka

- [1] S. Hartini, Teknik Mencapai Produksi Optimal, Bandung: CV. Lubuk Agung, 2011.
- [2] D. m. Tampubolon, Manajemen Operasional (Operation management), Jakarta: Ghalia Indonesia, 2004.
- [3] V. Gazperz, Production Planning and Inventory Control, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2012.
- [4] A. Suwandi, "Peramalan Data Time Series dengan Metode Penghalusan Eksponensial Holt- Winter," *Universitas Hasanuddin*, 2015.
- [5] N. Hudaningsih, "Perbandingan Peramalan Penjualan Produk Aknil PT. Sunthi Sepuri Menggunakan Metode Single Moving Average dan i.," *Jurnal JINTEKS*, 2020.
- [6] J. Heizer and B. Render, Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management, Edinburgh: Pearson Educated Limited, 2017.
- [7] P. Subagyo, Forecasting Konsep dan Aplikasi., Yogyakarta: BPPE UGM, 1986.
- [8] Cooper and Schindler, Bussiners Research Method, New York: Mc GrawHill, 2014.