

PENERAPAN PERAMALAN PENJUALAN PRODUK SEMEN DENGAN METODE *TIME SERIES* UNTUK MENCEGAH *OVERPRODUCTION* DAN *UNDERPRODUCTION* DI PT REFRATECH MANDALA PERKASA

Prof. Dr. Sri Hartini, ST., MT.¹, Jocelyn Nina²

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

Abstrak

PT Refratech Mandala Perkasa adalah perusahaan yang telah menyediakan produk refraktori dan rekayasa untuk beragam industri yang memerlukan aplikasi penahan panas dan api di seluruh penjuru Indonesia sejak 1992. Terdapat suatu permasalahan di mana overproduction seringkali terjadi di perusahaan ini. Divisi PPIC belum menggunakan metode terstruktur dalam meramalkan penjualan setahun. Nilai MAPE dari peramalan existing masih sekitar 37%. Baik overproduction, maupun underproduction dapat menyebabkan kerugian yang besar dalam hal biaya gudang yang harus bertambah, dilakukan relokasi pabrik, dan sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mencari metode peramalan yang tepat dalam merencanakan produksi. Metode yang digunakan dalam peramalan adalah peramalan time series, seperti, Single Moving Average, Double Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, dan Holt-Winter. Dilakukan juga verifikasi eror untuk mencari kesalahan peramalan dengan metode Mean Absolute Deviation, Mean Square Error, dan Mean Absolute Percentage Error. Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah Microsoft Excel, Minitab, dan EVIEWS Berdasarkan hasil peramalan, didapatkan bahwa nilai MAPE menurun, yaitu 6% dari 37% dengan menggunakan Holt Winter.

Kata kunci: *rencana produksi, metode peramalan, overproduction, underproduction, time series.*

Abstract

PT Refratech Mandala Perkasa is a factory that provides refractor and engineered products for various industries that require the application of heat and fire resistance throughout Indonesia since 1992. There is a problem where overproduction often occurs in this company. The PPIC Division has not used a structured method in estimating annual sales. The MAPE value from the existing forecast is still around 37%. Both overproduction and underproduction could cause large losses in terms of increasing warehouse costs, factory relocation, and so on. This research aims to find appropriate forecasting methods in planning production. The method used in forecasting is time series the most accurate method, such as Single Moving Average, Double Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, or Holt-Winter. Error verification is also carried out to look for forecasting errors using the Mean Absolute Deviation, Mean Square Error and Mean Absolute Percentage Error methods. The software used in this research is Microsoft Excel, Minitab, and EVIEWS. Based on the forecasting results, it was found that the MAPE value decreased, namely 6% from 37% using Holt Winter.

Keywords: *production planning, forecasting, overproduction, underproduction, time series.*

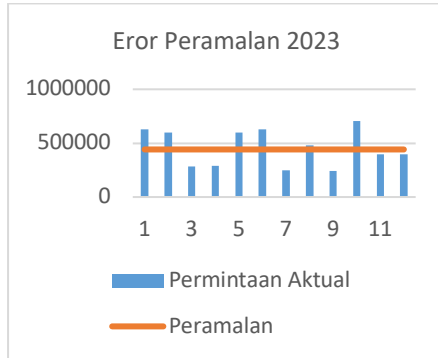
1. Pendahuluan

PT Refratech Mandala Perkasa bergerak dalam usaha pembuatan produk dan layanan jasa rekayasa, serta aplikasi konstruksi refraktori. Perusahaan ini mengedepankan aspek kepuasan konsumen yang terus dioptimalkan sebagai acuan utama dalam pengembangan perusahaan ke depannya. Kepuasan konsumen ini berhubungan dengan bagaimana perusahaan mampu memenuhi keinginan konsumen dalam aspek kualitas maupun kuantitas. Upaya pemenuhan aspek kuantitas produk diwujudkan oleh perusahaan dengan adanya departemen Produksi yang menaungi divisi *Production*

Planning and Inventory Control (PPIC). PPIC memiliki peran penting dalam kegiatan operasional suatu perusahaan. Mereka bertanggung jawab untuk menyelaraskan semua aspek produksi dengan permintaan pasar, memastikan kelancaran rantai pasokan, dan mengelola persediaan dengan efisien. Dengan kata lain, PPIC berperan sebagai tulang punggung perusahaan, mengoptimalkan efisiensi produksi untuk mencapai tujuan bisnis dalam jangka panjang.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan mengenai proses peramalan permintaan oleh divisi PPIC, didapatkan suatu permasalahan di mana proses peramalan

permintaan *existing* tidak dilakukan dengan metode terstruktur dan hanya mengandalkan jumlah permintaan dari tahun sebelumnya. Peramalan diolah dengan menjumlahkan atau mengurangi jumlah permintaan tahun sebelumnya berdasarkan keinginan konsumen tetap atau konsumen yang terikat kontrak dengan perusahaan tersebut. Dikarenakan peramalan hanya diolah untuk permintaan satu tahun, nilai peramalan tiap bulan sama dan konstan. Hal ini menyebabkan nilai error tinggi karena notabene sifat dari suatu permintaan ialah tidak pasti dan selalu dinamis dari waktu ke waktu. Gambar 1.1 merupakan grafik error peramalan permintaan *existing* produk semen di PT Refratech Mandala Perkasa.



Gambar 1. 1 Error Peramalan PT Refratech Mandala Perkasa Tahun 2023

Berdasarkan Gambar 1.1, total permintaan aktual semen per tahun adalah 5.490.699 dengan nilai per bulannya berbeda-beda dan hasil peramalan *existing* permintaan adalah 5.300.000. Dikarenakan peramalan dilakukan secara konstan, maka nilai peramalan per bulan di tahun 2023 adalah sebesar 441667,667.

Didapatkan juga dalam tabel 1.1 bahwa nilai MAPE peramalan *existing* pada perusahaan adalah sebesar 37,572% yang dapat dikatakan kurang akurat.

Tabel 1. 1 Akurasi Peramalan *Existing* Tahun 2023

Periode		Permintaan Aktual	Peramalan	Error	Absolut Error	Persentase Error Absolut
Tahun	Bulan					
2023	Jan	625800	441666,7	184133,3	184133,3	29,424%
	Feb	601310	441666,7	159643,3	159643,3	26,549%
	Mar	285640	441666,7	-156026,7	156026,7	54,624%
	Apr	288310	441666,7	-153356,7	153356,7	53,192%
	May	600229	441666,7	158562,3	158562,3	26,417%
	Jun	626670	441666,7	185003,3	185003,3	29,522%
	Jul	247695	441666,7	-193971,7	193971,7	78,311%
	Aug	480125	441666,7	38458,3	38458,3	8,010%
	Sep	239495	441666,7	-202171,7	202171,7	84,416%
	Oct	703765	441666,7	262098,3	262098,3	37,242%
	Nov	394120	441666,7	-47546,7	47546,7	12,064%
	Dec	397540	441666,7	-44126,7	44126,7	11,100%

Total	5490699	5300000	450,870%
MAPE		37,572%	

MAPE dikatakan kurang akurat karena adanya klasifikasi MAPE di tabel 1.2 (Moreno, Pol, Abad, & Blasco, 2013).

Tabel 1. 2 Klasifikasi Error

MAPE	Interpretation
<10	Highly accurate forecasting
10-20	Good forecasting
20-50	Reasonable forecasting
>50	Inaccurate forecasting

Berdasarkan tabel 1.1, terdapat perbedaan besar antara permintaan aktual dan peramalan *existing* per bulannya. Metode peramalan *existing* yang dipakai mengakibatkan terjadinya *underproduction* maupun *overproduction* dengan jumlah yang banyak. Sebagai hasilnya, PT terpaksa harus menyewa gudang lain untuk menyimpan produk yang berlimpah. Kelebihan produksi dengan jumlah besar akibat ketidaktepatan peramalan menyebabkan perusahaan juga melakukan relokasi pabrik. Peramalan *existing* dengan nilai MAPE yang besar merugikan perusahaan karena besarnya pengeluaran biaya tetap, seperti, biaya gudang untuk menanggulangi error tersebut.

Sama halnya dengan tingkat produksi yang terlalu berlebih, kekurangan produksi atau *underproduction* dapat menyebabkan penambahan biaya tetap yang besar, seperti, sewa gudang, gaji karyawan tetap, dan biaya perawatan mesin karena tidak dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu, kasus ini menyebabkan permintaan pasar yang tidak terpenuhi dan pelanggan yang tidak puas sehingga merusak reputasi pabrik di pasar. Dengan sistem permintaan konsumen berubah tiap waktunya, diperlukan adanya pertimbangan-pertimbangan yang memperhatikan pola perubahan permintaan secara akurat sehingga didapatkan tingkat produksi yang optimal dan responsif terhadap perubahan permintaan dengan biaya tetap yang rendah (Hartini, Prastawa, & Jayaningtyas, 2010).

Untuk menyelesaikan masalah tersebut, metode peramalan yang tepat adalah menggunakan metode *time series*. Teknik peramalan sendiri memanfaatkan pola-pola yang terdapat dalam data *time series*, seperti tren, musiman, fluktuasi, dan pola-pola lainnya, untuk memprediksi nilai-nilai di masa mendatang. Metode *time series* lebih akurat digunakan karena terdapat pertimbangan dalam melakukan peramalan yang didasarkan pada data historis permintaan masa lalu. *Time series* dapat digunakan untuk mengidentifikasi siklus persediaan yang berkaitan dengan musiman, tren, atau peristiwa tertentu.

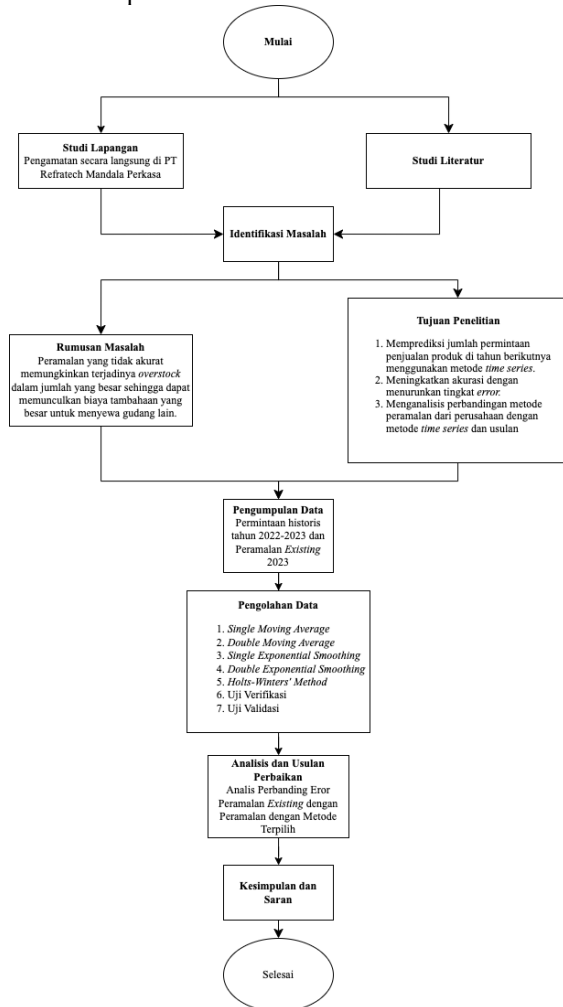
Maka dari itu, penelitian ini bermaksud untuk menerapkan metode peramalan dengan *time series*. Metode peramalan membutuhkan data permintaan dari

beberapa tahun lalu untuk melihat permintaan di masa depan. Dilakukan juga analisis perbandingan nilai eror menggunakan metode *existing* yang diterapkan oleh PT Refratech Mandala Perkasa dengan metode *time series*. Pada akhirnya, dapat diketahui seberapa akurat penggunaan peramalan dengan *time series* untuk meminimasi biaya persediaan perusahaan.

2. Metode Penelitian

2.1 Alur Penyelesaian Masalah

Berikut merupakan diagram alur penyelesaian masalah dari penelitian ini



Gambar 2.1 Alur Penyelesaian Masalah

2.2 Penjelasan Metodologi

a. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara menganalisis hasil wawancara terkait evaluasi kondisi aktual proses peramalan yang saat ini diterapkan. Berdasarkan evaluasi tersebut, diperoleh suatu permasalahan terkait nilai eror yang didapatkan dari

perusahaan cukup besar. Nilai eror tersebut adalah nilai selisih *forecasting* dengan *demand* aktual.

b. Perumusan Masalah

Rumusan masalah dilakukan dengan mengetahui masalah utama pada perusahaan. Hal ini untuk menganalisis permasalahan secara mendalam di mana peramalan yang tidak akurat memungkinkan terjadinya *overstock* dalam jumlah yang besar sehingga dapat memunculkan biaya tambahan yang besar untuk menyewa gudang lain.

c. Tujuan Penelitian

Studi lapangan bertujuan untuk memahami cara kerja sistem produksi dan mengidentifikasi penyebab yang menjadikan mesin kurang efektif. Sementara itu, studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dan metode yang sesuai untuk mengatasi permasalahan yang hendak diatasi

d. Pengumpulan Data

Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data untuk mengumpulkan semua informasi yang dibutuhkan dalam proses penelitian.

e. Metode Pengumpulan Data

Berikut merupakan metode pengumpulan data dan jenis data yang digunakan dalam penelitian berikut:

i. Data Primer

Dalam mengumpulkan data primer digunakan cara sebagai berikut:

Wawancara

Data primer yang dikumpulkan, yaitu, hasil wawancara dengan Manajer dari tiap departemen. Departemen yang terkait adalah departemen produksi (*manager*, staf PPIC), dan departemen *quality control* (*manager*).

ii. Data Sekunder

Penulis memperoleh data sekunder dari data perusahaan yang berkaitan dengan penelitian yang berlangsung. Berikut merupakan data yang didapatkan dari perusahaan:

- Data permintaan produk 2022-2023.
- Data akurasi peramalan *existing* tahun 2023.

f. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan diolah dengan membuat proses plot data demand historis produk terlebih dahulu sehingga memudahkan dalam menemukan pola data historis yang dapat dijadikan acuan untuk metode *forecasting* yang sesuai. Metode peramalan yang digunakan adalah dengan metode *Single Moving Average*, *Double Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, dan *Double Exponential Smoothing*, dan *Winters Method*. Hasil yang didapatkan melalui perhitungan diverifikasi untuk setiap metode peramalan sehingga didapatkan hasil yang akurat berdasarkan nilai eror terkecil. Metode perhitungan eror yang digunakan diantaranya dengan metode *Mean*

Absolute Percentage Error (MAPE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dan *Mean Square Error* (MSE) dengan POM QM. Setelah melakukan verifikasi, dilakukan validasi hasil ramalan di mana apabila hasil peramalan tidak valid maka kembali melakukan perhitungan metode *forecasting*. Akan tetapi, apabila hasil peramalan valid, data digunakan sebagai perencanaan dalam melakukan produksi. Validasi peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *Moving Range* yang digambarkan dalam bentuk grafik berisi eror dan batasan UCL, LCL, dan CL sehingga dapat diketahui apabila terdapat hasil yang menyimpang dari batas toleransi yang telah ditetapkan.

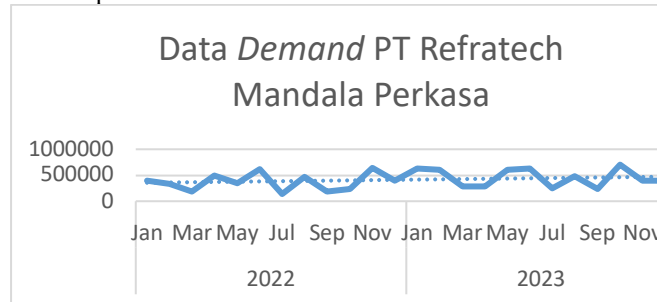
g. Analisis Data

Analisa dilakukan berdasarkan metode *forecasting* terbaik dengan nilai eror terkecil. Metode terpilih tersebut digunakan sebagai alternatif solusi yang dapat menjawab permasalahan akurasi metode *forecasting* yang kurang akurat dan bisa menjadi alternatif usulan perbaikan untuk perusahaan ke depannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Plot Data

Plot data atau biasa disebut visualisasi data adalah cara (solusi) mengkomunikasikan data abstrak, membantu pemahaman data dengan memanfaatkan sistem visual manusia. Hasil visualisasi ini adalah grafik yang efektif dan menarik yang tepat untuk data (Syaripul & Bachtiar, 2016). Pola data perlu diketahui dalam melakukan peramalan karena pada umumnya metode peramalan menggunakan pola data historis untuk menduga permintaan masa depan berdasarkan pola data tersebut. Gambar 5.1 ini adalah plot data dari *demand* seluruh produk PT Refratech Mandala Perkasa.



Gambar 3. 1 Plot Data Historis Demand PT Refratech Mandala Perkasa (2022-2023)

Dari gambar grafik di atas dapat disimpulkan bahwa PT Refratech Mandala Perkasa memiliki data historis permintaan yang berpola *seasonal* (musiman) dengan pertumbuhan linear. Pada data tren pola data memiliki kecenderungan naik atau turun dalam suatu kurun waktu (berbulan-bulan). Pada gambar di atas terlihat fluktuasi permintaan pada setiap bulan namun memiliki garis tren yang naik.

3.2 Peramalan

3.2.1 Single Moving Average

Tabel 3.1 merupakan tabel rekapitulasi perhitungan peramalan (*forecasting*) pada metode *Single Moving Average* (SMA):

Tabel 3. 1 Perhitungan Peramalan Metode SMA

Periode	Demand	Ft
1	394370	
2	329600	
3	188274	
4	498800	
5	344645	352761,000
6	622285	340329,750
7	138475	413501,000
8	468771	401051,250
9	184856	393544,000
10	236219	353596,750
11	638509	257080,250
12	391506	382088,750
13	625800	362772,500
14	601310	473008,500
15	285640	564281,250
16	288310	476064,000
17	600229	450265,000
18	626670	443872,250
19	247695	450212,250
20	480125	440726,000
21	239495	488679,750
22	703765	398496,250
23	394120	417770,000
24	397540	454376,250
25		433730,000
26		433730,000
27		433730,000
28		433730,000
29		433730,000
30		433730,000
31		433730,000
32		433730,000
33		433730,000
34		433730,000
35		433730,000
36		433730,000

3.2.2. Double Moving Average

Tabel 5.2 merupakan tabel rekapitulasi perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* dengan $T = 5$:

Tabel 3. 2 Perhitungan Peramalan Metode SMA

Periode	Demand						
de	d	S'	S''	a	b	Ft	
1	394370						
2	329600						
3	188274						
4	498800						
5	344645	351137,8					
6	622285	396720,8					
7	138475	358495,8					
8	468771	414595,2					
9	184856	351806,4	374551,2	329061,6	-11372,4		
10	236219	330121,2	370347,9	289894,5	-20113,3	317689,2	
11	638509	333366,0	357676,9	309055,1	-12155,5	269781,2	
12	391506	383972,2	362772,2	405172,2	10600,0	296899,6	
13	625800	415378,0	362928,8	467827,2	26224,6	415772,2	
14	601310	498668,8	392301,2	605036,4	53183,8	494051,9	
15	285640	508553,0	427987,6	589118,4	40282,7	658220,1	
16	288310	438513,2	449017,0	428009,4	-5251,9	629401,1	
17	600229	480257,8	468274,2	492241,4	5991,8	422757,4	
18	626670	480431,8	481284,9	479578,7	-426,6	498233,3	
19	247695	409708,8	463492,9	355924,7	-26892,0	479152,1	
20	480125	448605,8	451503,5	445708,1	-1448,8	329032,6	
21	239495	438842,8	451569,4	426116,2	-6363,3	444259,3	
22	703765	459550,0	447427,8	471672,2	6061,1	419752,9	
23	394120	413040,0	433949,5	392130,5	-10454,7	477733,2	
24	397540	443009,0	440609,5	445408,5	1199,7	381675,8	
25						446608,2	
26						447808,0	
27						449007,7	
28						450207,4	
29						451407,2	
30						452606,9	
31						453806,7	
32						455006,4	
33						456206,1	
34						457405,9	
35						458605,6	
36						459805,4	

3.2.3. Single Exponential Smoothing

Tabel 3.3 merupakan tabel rekapitulasi perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*.

Tabel 3. 3 Perhitungan Peramalan Metode SES

Periode	Demand	Ft
---------	--------	----

1	394370	394370,000
2	329600	394370,000
3	188274	392297,360
4	498800	385768,612
5	344645	389385,617
6	622285	387953,917
7	138475	395452,512
8	468771	387229,231
9	184856	389838,568
10	236219	383279,126
11	638509	378573,202
12	391506	386891,147
13	625800	387038,823
14	601310	394679,180
15	285640	401291,367
16	288310	397590,523
17	600229	394093,546
18	626670	400689,881
19	247695	407921,244
20	480125	402794,005
21	239495	405268,596
22	703765	399963,841
23	394120	409685,478
24	397540	409187,383
25		408814,667
26		408814,667
27		408814,667
28		408814,667
29		408814,667
30		408814,667
31		408814,667
32		408814,667
33		408814,667
34		408814,667
35		408814,667
36		408814,667

3.2.4. Double Exponential Smoothing

Tabel 3.4 merupakan tabel rekapitulasi perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*.

Tabel 3. 4 Perhitungan Peramalan Metode DES

Periode	Demand	S'	S''	a	b	Ft
1	394370	394370,0	394370			
2	329600	394305,2	394369,9	394240,5	-0,065	

3	188274	394099,2	394369,7	393828,7	-0,271	394240,5
4	498800	394203,9	394369,5	394038,3	-0,166	393828,5
5	344645	394154,3	394369,3	393939,4	-0,215	394038,1
6	622285	394382,5	394369,3	394395,6	0,013	393939,2
7	138475	394126,6	394369,1	393884,1	-0,243	394395,7
8	468771	394201,2	394368,9	394033,5	-0,168	393883,8
9	184856	393991,9	394368,5	393615,2	-0,377	394033,4
10	236219	393834,1	394368,0	393300,2	-0,534	393614,8
11	638509	394078,8	394367,7	393789,8	-0,289	393299,7
12	391506	394076,2	394367,4	393785,0	-0,291	393789,6
13	625800	394308,0	394367,3	394248,5	-0,059	393784,7
14	601310	394514,9	394367,5	394662,4	0,148	394248,4
15	285640	394406,0	394367,5	394444,6	0,039	394662,5
16	288310	394299,9	394367,5	394232,4	-0,068	394444,6
17	600229	394505,9	394367,6	394644,2	0,138	394232,4
18	626670	394738,0	394368,0	395108,1	0,370	394644,3
19	247695	394591,0	394368,2	394813,8	0,223	395108,5
20	480125	394676,5	394368,5	394984,6	0,308	394814,0
21	239495	394521,3	394368,6	394674,0	0,153	394984,9
22	703765	394830,6	394369,1	395292,1	0,462	394674,2
23	394120	394829,9	394369,6	395290,2	0,461	395292,5
24	397540	394832,6	394370,0	395295,2	0,463	395290,7
25						395295,6
26						395296,1
27						395296,5
28						395297,0
29						395297,5
30						395297,9
31						395298,4
32						395298,9
33						395299,3
34						395299,8
35						395300,2
36						395300,7

3.2.5. *Holts-Winters Method*

Tabel 3.5 merupakan *output forecasting* perhitungan metode *Holts-Winters Method*.

Tabel 3. 5 Perhitungan Peramalan Metode Holt-Winters

Periode	Demand	Ft
1	394370	442311,400
2	329600	401525,500
3	188274	207020,100
4	498800	363168,900

5	344645	411631,000
6	622285	561425,500
7	138475	168770,700
8	468771	427603,800
9	184856	189256,900
10	236219	404277,700
11	638509	478970,300
12	391506	357912,900
13	625800	560288,200
14	601310	506294,900
15	285640	259888,000
16	288310	453980,700
17	600229	512460,000
18	626670	696195,500
19	247695	208489,600
20	480125	526301,300
21	239495	232115,900
22	703765	494134,400
23	394120	583492,600
24	397540	434622,700
25		466507,000
26		393163,000
27		226444,000
28		604838,000
29		421290,000
30		766748,000
31		171968,000
32		586689,000
33		233137,000
34		300182,000
35		817502,000
36		504981,000

3.3 Perhitungan Error (Verifikasi)

Tabel 3.6 adalah rekap perhitungan *error* masing-masing metode peramalan.

Tabel 3. 6 Rekapitulasi Perhitungan Error Metode Peramalan

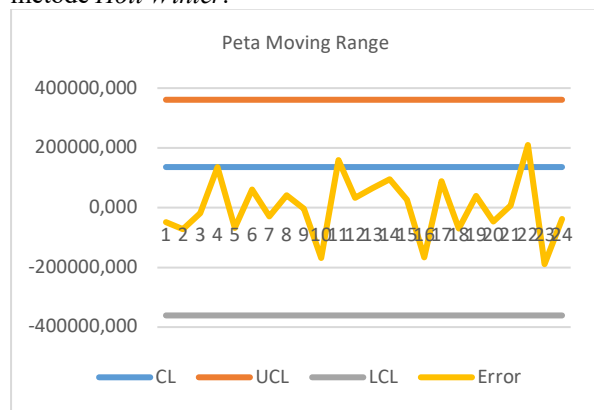
Metode	MAPE	MAD	MSE
SMA	51,166%	170.853,538	40.938.670.506,834
DMA	49,505%	190.164,881	47.770.042.508,712
SES	45,247%	150.121,452	29.991.935.788,143
DES	45,247%	151.206,099	30.574.707.299,772
<i>Holts-Winters</i>	6,000%	24.265,000	9.614.137.833,924

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan eror pada kelima metode peramalan yang digunakan, terlihat bahwa metode Holts-Winters menunjukkan nilai *error* terkecil, dihitung menggunakan MAPE, MAD dan MSE. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa Holts-Winters dipilih sebagai metode peramalan yang paling optimal dan efektif, dan akan menjadi pilihan utama untuk digunakan dalam kegiatan peramalan selanjutnya.

3.4 Validasi Hasil Peramalan Terpilih

Uji validasi dalam konteks alat ukur bertujuan untuk menentukan sejauh mana alat ukur tersebut valid. Metode-metode yang dilakukan saat validasi adalah uji F, uji T berpasangan, uji *uji-square*, peta *moving range*, peta *tracking signal*. Peta *moving range* dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan apakah data melebihi batas toleransi atau tidak. Jika melebihi, data tidak lolos sehingga harus dilanjutkan dengan uji F dan uji T berpasangan.

Gambar 5.15 adalah grafik validasi *Moving Range* metode *Holt Winter*.



Gambar 3. 2 Peta *Moving Range*

Berdasarkan grafik peta kendali *Moving Range*, dapat disimpulkan bahwa ada nilai *error* karena ada beberapa nilai *error* melampaui batas kendali atas (UCL) atau batas kendali bawah (LCL). Grafik nilai *error* menunjukkan beberapa nilai menjauhi nilai rata-rata (*Center Line* atau CL). Dengan demikian, ada nilai yang signifikan di luar kendali, dan proses peramalan tidak dapat dianggap stabil. Dengan nilai *error* yang melewati UCL dan LCL, diperlukan uji F. Metode Holts-Winters dapat diakui sebagai pilihan terbaik untuk melakukan peramalan dibandingkan dengan metode

3.5 Hasil Peramalan

Tabel 3.7 ini merupakan tabel hasil peramalan dengan metode Holt-Winters.

Tabel 3. 7 Forecasting Demand untuk 12 Periode Mendatang

Periode	Demand (kg)
Januari 2024	560288,2

Februari 2024	506294,9
Maret 2024	259888
April 2024	453980,7
Mei 2024	512460
Juni 2024	696195,5
Juli 2024	208489,6
Agustus 2024	526301,3
September 2024	232115,9
Oktober 2024	494134,4
November 2024	583492,6
Desember 2024	434622,7

3.6 Perbandingan Peramalan *Existing* dengan Perbaikan Tahun 2023

Tabel 3.8 merupakan tabel rekap hasil perhitungan akurasi *forecast* terhadap permintaan tahun 2023 perusahaan dengan akurasi hasil *forecast* metode Holt-Winters.

Tabel 3. 8 Perbandingan *Forecasting* Perusahaan dengan Perbaikan Tahun 2023

Metode	MAPE
<i>Existing</i> (Perusahaan)	37,572%
Holt-Winters	6,000%

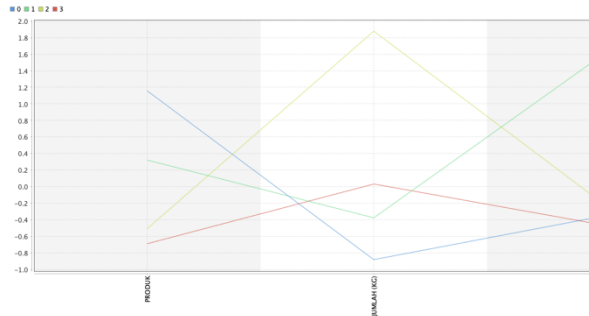
Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai eror yang dihasilkan metode Holt-Winters lebih kecil dibandingkan metode yang dilakukan oleh perusahaan. Hasil peramalan Holt-Winters tahun 2023 tidak jauh berbeda dengan permintaan aktual di tahun yang sama. Penurunan nilai MAPE dari 37,572% menjadi 6,000% menjelaskan bahwa upaya perbaikan melakukan penggunaan alternatif metode peramalan *time series* Holt-Winters berhasil dan sesuai dengan tujuan awal untuk meningkatkan akurasi dari proses peramalan yang dilakukan dan meminimalkan biaya persediaan. Oleh karena itu, perbaikan yang dilakukan dengan metode Holt-Winters dapat menjadi alternatif usulan perbaikan yang diimplementasikan demi mengoptimalkan persediaan.

3.6 Metode *Clustering* untuk Melihat Pola Penjualan

Clustering merupakan suatu metode untuk mencari dan mengelompokkan data yang memiliki kemiripan karakteristik (*similarity*) antara satu data dengan data yang lain (Pormes & Manongga, 2017). Penggunaan algoritma *k-means* bertujuan untuk memudahkan pengolahan data dengan atribut-atribut yang terbatas. Dengan analisis data penjualan ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan *feedback* agar PT Refratech Mandala Perkasa dapat mengantisipasi persaingan bisnis serta tetap mempertahankan segmen

pasar yang dimiliki saat ini dengan melihat semakin banyaknya persaingan dari perusahaan lainnya.

Peneliti menggunakan $k = 4$ agar dapat mengamati *clustering* terhadap tanggal dengan atribut lainnya. Nilai $k = 5$ dan 6 memiliki beberapa garis yang bertabrakan pada plot cluster. Gambar 3.3 adalah plot *cluster* pada $k = 4$.



Gambar 3.3 Plot Kluster

Tabel 3.9 merupakan tabel kluster 2 dengan pembelian jumlah produk terbanyak.

Tabel 3.9 Kluster 2 Metode *Clustering*

TANGGAL	PRODUK	JUMLAH (Kg)	CLUSTER
13/01/23	2	70.000	cluster_2
13/01/23	7	58.000	cluster_2
13/01/23	3	56.000	cluster_2
13/01/23	1	54.000	cluster_2
13/01/23	8	87.000	cluster_2
07/02/23	8	60.000	cluster_2
15/03/23	2	45.000	cluster_2
15/03/23	8	70.000	cluster_2
12/04/23	3	45.000	cluster_2
12/04/23	8	40.000	cluster_2
14/04/23	3	40.000	cluster_2
02/05/23	6	50.000	cluster_2
02/05/23	8	50.000	cluster_2
02/05/23	5	42.000	cluster_2
12/05/23	3	35.500	cluster_2
12/05/23	8	48.000	cluster_2
12/05/23	7	48.000	cluster_2
12/05/23	8	50.000	cluster_2
15/05/23	3	35.000	cluster_2
04/07/23	3	40.000	cluster_2
02/08/23	8	54.000	cluster_2
08/11/23	5	39.000	cluster_2
18/12/23	7	35.000	cluster_2
18/12/23	3	46.000	cluster_2
18/12/23	8	50.000	cluster_2

Oleh sebab itu, PT Refratech Mandala Perkasa harus mempersiapkan lebih banyak produk dengan jenis semen:

- Refgun 160
- Refgun 165
- Refkast 20
- Refkast 30
- Refkast 60
- Refkast 60

Selain itu, tanggal-tanggal terbesar dengan *range* tanggal 12-18 yang banyak dilakukan pembelian oleh pelanggan adalah di bulan:

- Januari pertengahan
- Maret pertengahan
- April pertengahan
- Mei pertengahan
- Desember pertengahan

Dari hasil analisis data pemesanan, diharapkan PT Refratech Mandala Perkasa dapat mempersiapkan lebih banyak produk seperti di atas di pertengahan bulan dalam satu tahun.

4. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, diketahui bahwa plot data historis permintaan menunjukkan grafik fluktuatif yang cenderung musiman (*seasonal*) pada suatu waktu sehingga dilakukan peramalan dengan metode *Time Series*. Setelah dilakukan peramalan, selanjutnya dilakukan verifikasi dengan perhitungan nilai error menggunakan metode MSE, MAPE dan MAD, didapatkan bahwa metode Holt-Winters memiliki nilai MAPE sebesar 6%, MSE sebesar 9.614.137.833,924, dan MAD sebesar 24.265 yang mana nilai tersebut merupakan nilai eror terkecil dan paling optimal dibandingkan metode yang lain yang dilakukan uji coba. Metode ini memiliki kelebihan untuk bisa yaitu mengatasi pola tren dan musiman yang muncul secara bersamaan. Hasil validasi diperoleh bahwa hasil *forecasting* tidak ada yang melewati batas UCL dan LCL sehingga data hasil forecast adalah valid.
2. Hasil peramalan yang didapatkan berdasarkan *output* Holt-Winters di tahun 2024 adalah Januari sebesar 560.288,2 kg, Februari sebesar 506.294,2 kg, Maret sebesar 259.888 kg, April sebesar 453.980,7 kg, Mei sebesar 512.460 kg, Juni sebesar 696.195,5 kg, Juli sebesar 208.489,6 kg, Agustus sebesar 526.301,3 kg, September sebesar 232.115,9 kg, Oktober sebesar 494.134,4 kg, November sebesar

583.492,6 kg, dan Desember sebesar 434.622,7 kg.

3. Akurasi peramalan *existing* tahun 2023 dengan menggunakan metode Holt-Winters lebih baik dikarenakan nilai MAPE dari 37,572% menjadi 6%. Hasil ini berpengaruh signifikan dan sesuai dengan tujuan awal untuk meningkatkan akurasi metode peramalan yang dilakukan dan meminimalkan biaya persediaan.
4. Pola penjualan produk semen dapat dilihat menggunakan metode *clustering* di mana algoritma yang digunakan adalah menggunakan *k-means*. Berdasarkan pengolahan data di Rapidminer, didapatkan beberapa produk semen yang paling sering dipesan, yaitu, Refgun dan Refkast di pertengahan bulan dalam satu tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, R. (2013). Usulan Perbaikan Sistem Penjadwalan Distribusi Menggunakan Metode Distribution Requirement Planning di PT. Coca Cola Amatil Cabang Pekanbaru. *Jurnal Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*, 1-11.
- Ali, N. N. (2021). Teori Permintaan (Demand). *Jurnal Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 1-12.
- Elvira, R. (2015). Teori Permintaan (Komparasi Dalam Perspektif Ekonomi Konvensional Dengan Ekonomi Islam). *Jurnal Islamika*, 47-60.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV. LUBUK AGUNG.
- Hartini, S., Prastawa, H., & Jayaningtyas, S. (2010). Usulan Perbaikan Sistem Persediaan untuk Minimasi Biaya Total Persediaan pada PT Semarang Autocomp Manufacturing Indonesia. *Jurnal Teknik Industri UNDIP*, 55-66.
- Janna, N. M. (2021). Konsep Uji Validitas dan Reliabilitas dengan Menggunakan SPSS. *Jurnal Statistik*, 2.
- Layakana, M., & Iskandar, S. (2020). Penerapan Metode Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing dalam Meramalkan Jumlah Produksi Crude Palm Oil pada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Dolok Sulimbah. *KARISMATIKA VOL. 6 NO. 1 APRIL 2020*, 44-53.
- Margi, K., & Pendawa, S. (2015). Analisa dan Penerapan Metode Single Exponentia Smoothing untuk Prediksi Penjualan pada Periode Tertentu (Studi Kasus : PT Media Cemara Kreasi). *Prosiding SNATIF*, 259-266.
- Maulidah, S. (2012). Peramalan (Forecasting) Permintaan. *Modul 4 Universitas Brawijaya*, 1-11.
- Moreno, J. J., Pol, A. P., Abad, A. S., & Blasco, B. C. (2013). *Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy*. *Psicothema Journal*, 499-506.
- Novianti, B., Astuti, Y., & Hidayat, T. (2019). Penerapan Metode Single Moving Average untuk Peramalan Penjualan Mainan Anak. *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknik Informatika Sensitif*, 01.
- Pormes, R., & Manongga, D. (2017). Pemanfaatan Metode Clustering untuk melihat pola penjualan dan perilaku pembelian konsumen, pada penjualan tiket pesawat PT. Garuda Indonesia, Cabang Batam. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 483-493.
- Prapcoyo, H. (2018). Peramalan Jumlah Mahasiswa Menggunakan Moving Average. *TELEMATIKA, Vol. 15, No. 01, APRIL, 2018, Pp. 67 – 77, 68*.
- Purnamasari, D., Arumi, R. E., & Primadewi, A. (2022). Implementasi Metode Single Moving Average Untuk Prediksi Stok Produsen. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, Vol. 9, 5.
- Ratnasari, Y. (2006). Pengendalian Persediaan dan Pemilihan Metode Peramalan di PT Alfa Retailindo, tbk. *Jurnal UNS*, 1-65.
- Saputri, A. R. (2019). *Metode Exponential Smoothing Holt-Winters dan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) pada Peramalan Data Deret Berkala Musiman*. Bandar Lampung: UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Sugiono, Noerdjanah, & Wahyu, A. (2020). Uji Validitas dan Reliabilitas Alat Ukur SG Posture Evaluation. *Jurnal Surakarta*, 59.
- Syaripul, N., & Bachtiar, A. (2016). Visualisasi Data Interaktif Data Terbuka Pemerintah Provinsi DKI JAKARTA: Topik Ekonomi dan Keuangan Daerah. *Jurnal Universitas Komputer Indonesia*, 82-89.
- Wardah, S., & Iskandar. (2016). Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus (Studi Kasus : Home Industry Arwana Food Tembilahan). *Jurnal Teknik Industri, Vol. XI, No. 3, September 2016*, 135-142.
- Wardhani, A. R., & Pereira, S. M. (2010). Studi Analisis Peramalan dengan Metode Deret Berkala. *Widya Teknika Vol.18 No.2; Oktober 2010*, 1-6.