

USULAN PERAMALAN PRODUKSI SIR MENGGUNAKAN METODE *TIME SERIES* UNTUK MENGANTISIPASI OVERKAPASITAS PADA PENYIMPANAN PRODUK JADI (Studi Kasus: PT Indo Java Rubber Planting Co.)

Jakop Trima Simanullang*¹, Bambang Purwanggono²

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

Abstrak

PT Indo Java Rubber Planting Co menghadapi masalah overkapasitas penyimpanan akibat harga karet yang rendah dan permintaan yang menurun. Penelitian ini bertujuan merancang peramalan produksi dengan metode time series untuk mengatasi masalah ini. Data pengiriman karet SIR (Standard Indonesian Rubber) dari 2020-2022 digunakan untuk memproyeksikan produksi selama 12 bulan ke depan. Metode yang digunakan meliputi Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, dan Holt Winter Multiplikatif. Metode terbaik ditentukan berdasarkan nilai error terkecil menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Validasi dilakukan dengan metode moving range dan uji F untuk memastikan keakuratan hasil peramalan. Hasil penelitian menunjukkan metode Holt Winter Multiplikatif memiliki error terkecil dan validasi memuaskan, sehingga direkomendasikan untuk PT Indo Java Rubber Planting Co. Implementasi metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan mengelola kapasitas penyimpanan, mengurangi risiko overkapasitas, dan menjaga kualitas produk. Dengan Holt Winter Multiplikatif, perusahaan dapat merencanakan produksi lebih efektif dan efisien, menyesuaikan produksi dengan permintaan pasar, mengoptimalkan penggunaan gudang, serta mengurangi biaya penyimpanan dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Kata Kunci: produk SIR; overkapasitas; peramalan; time series

Abstract

[Title: SIR Production Forecasting Proposal Using Time Series Method Time Series Method To Anticipate Overcapacity In Finished Product Storage (Case Study: PT Indo Java Rubber Planting Co.)] PT Indo Java Rubber Planting Co faces the problem of storage overcapacity due to low rubber prices and declining demand. This research aims to design production forecasting with time series method to overcome this problem. SIR (Standard Indonesian Rubber) rubber shipment data from 2020-2022 is used to project production for the next 12 months. The methods used include Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, and Holt Winter Multiplicative. The best method is determined based on the smallest error value using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Validation is done with the moving range method and F test to ensure the accuracy of the forecasting results. The results showed that the Holt Winter Multiplicative method has the smallest error and satisfactory validation, so it is recommended for PT Indo Java Rubber Planting Co. The implementation of this method is expected to help companies manage storage capacity, reduce the risk of overcapacity, and maintain product quality. With Holt Winter Multiplicative, the company can plan production more effectively and efficiently, adjust production to market demand, optimize warehouse usage, and reduce storage costs and increase customer satisfaction.

Keywords: SIR product; overcapacity; forecasting; time series

1. Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur saat ini mengalami kemajuan yang pesat. Persaingan pasar juga

semakin ketat. Sehingga, perusahaan-perusahaan bersaing untuk menarik pelanggan. Salah satu cara perusahaan untuk menarik pelanggan adalah dengan cara memberikan produk dengan kualitas dan pelayanan yang baik. *Supply Chain Management* atau manajemen rantai

*Penulis Korespondensi.

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

pasok hadir sebagai upaya untuk menjaga kepuasan pelanggan. *Supply chain management* merupakan aktivitas-aktivitas pengelolaan dan keputusan yang saling berhubungan untuk mengintegrasikan *supplier*, manufaktur, gudang, jasa transportasi, pengecer, dan konsumen secara efisien (Ling L. , 2007). Salah satu aktivitas yang mempengaruhi keberlangsungan proses produksi dan menjadi bagian dari manajemen *supply chain* adalah produksi bahan baku, di mana bahan baku maupun barang jadi akan disimpan di gudang sebelum diproduksi ataupun dijual.

PT Indo Java Rubber Planting Co merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri karet remah, Perusahaan ini berlokasi di perkebunan Ciseru-Cipari Kecamatan Cipari, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah yang berdiri secara resmi pada tahun 1897 dengan luas 2.407,78 Hektar yang membentang dari Kecamatan Cipari-Ciseru, dan memiliki pabrik utama di Kecamatan Cipari. Dalam hal proses produksi PT Indo Java Rubber Planting Co memproduksi langsung dari bahan mentah hingga produk setengah jadi. Perusahaan ini memproduksi empat jenis karet setengah jadi yaitu, SIR 3 *lateks*, *Praco* (SIR 5), *Lump* (SIR 10) dan SIR 20. Kualitas keempat produk tersebut merupakan salah satu pertimbangan yang digunakan dalam mendistribusikan produk.

Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan kepada divisi PKR PT Indo Java Rubber Planting Co, diketahui bahwa masalah yang terjadi adalah *overkapasitas* terhadap penyimpanan barang jadi. Hal ini terjadi karena produk ditahan karena harga karet murah dan permintaan kurang, seiring berjalannya waktu karena harga karet murah produk yang ditahan tidak laku sementara produksi terus berjalan membuat kapasitas penyimpanan penuh (*overkapasitas*) dan kualitas produk menurun karena kelamaan digudang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang peramalan produksi sesuai dengan metode *Time series* agar penyimpanan produk dimasa depan tidak terjadi *overkapasitas* pada PT Indo Java Rubber Planting Co.

2. Studi Literatur

Pengertian Peramalan

Menurut Kushartini dan Almahdy (2016), peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang atau jasa. Peramalan merupakan suatu kegiatan memperkirakan atau memprediksikan kejadian dimasa yang akan datang tentunya dengan bantuan penyusunan rencana terlebih dahulu, di mana rencana ini buat berdasarkan kapasitas dan kemampuan permintaan/produksi yang telah dilakukan di perusahaan (Gaspersz, 2002). Dapat disimpulkan bahwa *forecasting*

merupakan kegiatan memperkirakan permintaan ataupun jumlah stok yang akan dibutuhkan dalam proses industri, dalam melakukan peramalan menggunakan beberapa metode yang relevan dengan keadaan data historis *demand* perusahaan.

Macam-macam Peramalan

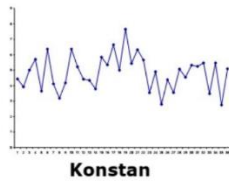
Metode Peramalan Berdasarkan sifatnya, peramalan dibagi menjadi dua (Wiharja dan Ningrum, 2020) yaitu:

1. Kualitatif: Teknik ini digunakan apabila data masa lalu tidak tersedia atau walaupun tersedia namun jumlahnya tidak mencukupi. Teknik kualitatif mengombinasikan informasi dengan pengalaman, penilaian, dan intuisi untuk menghasilkan pola-pola dan hubungan yang mungkin dapat diterapkan dalam memprediksi masa yang akan datang. Teknik-teknik kualitatif didasarkan atas pendekatan akal sehat (*common sense*) dalam menyaring informasi ke dalam bentuk yang bermanfaat. Contohnya adalah: opini eksekutif/personal *insight*, *metode delphi*, tenaga penjualan, survey pasar, *brainstorming*.
2. Kuantitatif: Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang dibuat berdasarkan data kuantitatif masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Peramalan kuantitatif dapat digunakan apabila tersedia informasi data periode yang lalu, informasi tersebut dapat diubah dalam bentuk kuantitatif, dapat diasumsikan bahwa pola data yang lalu akan terus berlanjut hingga masa yang akan datang. Berikut merupakan contoh peramalan kuantitatif adalah sebagai berikut: (Subekti, 2010)
 - a. *Time series*, analisis deret waktu didasarkan pada deret yang menggambarkan pola-pola bervariasi sepanjang waktu, dimodelkan untuk menentukan bagaimana pola akan terjadi dimasa datang
 - b. *Causal Model*, metode ini meramalkan berdasarkan variabel yang mempengaruhi jumlah permintaan. Metode peramalan kausal mengembangkan suatu model sebab akibat antara permintaan yang diramalkan dengan variabel-variabel lain yang dianggap berpengaruh.

Jenis Pola Peramalan

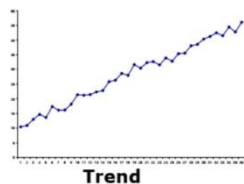
Terdapat beberapa plot data yang ada dalam *forecasting*. Berikut merupakan rincian jenis plot data dalam *forecasting* (Supranto, 2010).

1. Stasioner/konstan: adalah data yang nilai rata-rata dan varian dari data *time series* tersebut tidak mengalami perubahan secara sistematis sepanjang waktu.



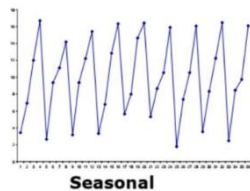
Gambar 1. Plot data stasioner/konstan

2. *Tren/linier*: Data linier apabila pola pada titik datanya menyerupai garis lurus, baik tren linier naik ataupun turun, keduanya memperlihatkan laju yang tetap. terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.



Gambar 2. Plot data *tren/linier*

3. *Musiman/seasonal*: Data musiman berarti data mengalami fluktuasi yang cenderung berulang tiap beberapa periode tertentu (harian, mingguan, ataupun bulanan)



Gambar 3. Plot data musiman/seasonal

Metode Perhitungan Error

Untuk menghindari masalah dimana nilai kesalahan peramalan positif menetralkan nilai kesalahan peramalan negatif maka beberapa alternatif metode kesalahan peramalan yang banyak digunakan adalah sebagai berikut: (Hartini S. , 2011).

1. *Mean Square Error* (MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$MSE = \frac{\sum_i^n e_i^2}{N} \dots\dots\dots (2.1)$$

Kelebihan dari metode ini adalah sederhana dalam perhitungannya, sedangkan kekurangannya adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil

2. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memerhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara sistematis, MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum_i^n |e_i|}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Kelebihan dalam MAD adalah ukuran kesalahan peramalan yang digunakan lebih sederhana dengan hanya menggunakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu. Kekurangan yang didapat dari MAD adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena tidak memerhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya.

3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Mean absolute percentage error merupakan metode perhitungan *error* dengan menggunakan rata-rata *error* pada suatu periode dan nilai absolut *error* tersebut. Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$MAPE = \frac{\sum_i^n |PE_i|}{n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Kelebihan dari metode ini adalah hasil lebih akurat, sedangkan ukuran kesalahan yang relatif.

Metode Validasi

Validasi hasil peramalan dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil peramalan yang telah dibuat dengan data permintaan masa lalu. Metode *validasi* ini mempunyai batasan atau tingkat toleransi terhadap penyimpangan suatu peramalan. Berikut beberapa metode *validasi* yang dapat digunakan dalam kegiatan peramalan atau *forecasting*:

1. *Metode Moving Range*

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

$$MR = |(\hat{y}_t - y_t) - (\hat{y}_{t-1} - y_{t-1})| \dots\dots (2.4)$$

$$\overline{MR} = \sum \frac{MR}{n-1} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

\overline{MR} = nilai *moving range*

\hat{y}_t = data peramalan pada periode t

\hat{y}_{t-1} = data peramalan pada periode sebelumnya (t-1)

yt = data aktual pada periode t

$y_t - 1$ = data aktual pada periode sebelumnya (t-1)

n = jumlah periode data

2. Metode Uji F

Uji F adalah uji koefisien regresi yang dilakukan secara simultan dan serentak. Tujuan dari uji F adalah menentukan kecermatan metode yang dipakai dengan menentukan variansi dari metode pengujian yang dilakukan berulang (Ilham., 2020). Berikut ini merupakan rumus uji F (Ilham., 2020).

$$F_{hitung} = \frac{\frac{R^2}{(n-1)}}{\frac{(1-R^2)}{(n-k)}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

R^2 = koefisien determinasi

n = jumlah data

k = jumlah variabel independen

3. Metodologi

Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan di Pabrik PKR pada tanggal 02 Januari 2023–31 Januari 2023. Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data yang berkaitan dengan topik penelitian yang dibahas. Data yang dikumpulkan terdiri dari 2 jenis yaitu: Data Primer, merupakan data yang diperoleh dengan cara mengamati objek penelitian secara langsung. Data ini didapatkan dari hasil wawancara dengan karyawan yang terkait dengan rangkaian proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan hingga proses penyimpanan dan pengiriman. Data Sekunder, data sekunder merupakan data yang diperoleh tanpa harus mengamati objek penelitian secara langsung. Sumber data sekunder yaitu dari dokumen atau arsip maupun *database* perusahaan. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian kerja praktek adalah data pengiriman selama 3 tahun terakhir (2020-2022). Data ini digunakan sebagai input dalam melakukan *forecasting* produksi selama 12 bulan ke depan.

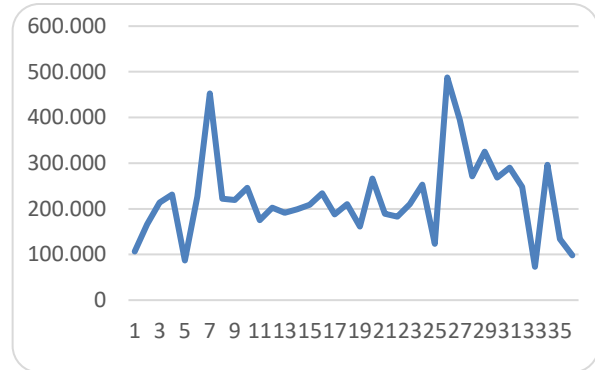
Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini melakukan peramalan produksi SIR pada masa yang akan datang dengan metode *time series* dan mempertimbangkan pola data di masa lalu. Perhitungan tersebut akan dilanjutkan dengan menghitung nilai *error* pada masing-masing metode untuk menentukan mana yang memiliki *error* terkecil. Metode yang terbaik tersebut akan diuji *validasi* terlebih dahulu menggunakan metode *moving range* untuk mengetahui apakah ada nilai *error* yang keluar dari batas kendali. jika ada, maka dapat dilakukan uji f untuk memastikan bahwa variansi data aktual sama dengan variansi *forecasting* yang artinya metode terpilih *valid* untuk digunakan sebagai data *forecasting*. namun, jika data masih tidak lolos dari uji F yang telah dilakukan, maka metode tersebut diganti dengan metode yang memiliki *error* terkecil kedua. Sehingga, perusahaan dapat menyesuaikan produksi SIR sesuai permintaan.

4. Hasil dan Pembahasan

Plot Data

Data historis pengiriman SIR pada tahun 2020-2022 sebagai data untuk peramalan, data tersebut kemudian digambarkan dalam sebuah plot data. Plot Data berfungsi untuk melihat pola data yang terjadi pada data historis. Berikut merupakan plot data Data historis pengiriman SIR pada tahun 2020-2022:



Gambar 4. Plot data pengiriman SIR tahun 2020-2022

Berdasarkan plot data dari data masa lalu yang tertera pada gambar 1 plot data pengiriman SIR Tahun 2020-2022, hasilnya menunjukkan bahwa data yang dipilih oleh perusahaan memiliki pola data *seasonal* (musiman). Hal tersebut dibuktikan dengan adanya kenaikan atau penurunan produksi SIR dari tahun ke tahun. Dari grafik dapat dilihat bahwa pola data tiap tahunnya sangat berbeda (Prasetya dkk., 2020).

Penentuan Metode Peramalan

Pada plot produksi SIR dapat dilihat bahwa bentuknya cenderung musiman. Oleh karena itu, metode yang digunakan pada laporan ini adalah metode yang memperhitungkan adanya konstan, *trend*, dan juga *seasonal*. Metode tersebut adalah *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, *Holt Winter Multiplikatif*. Dari metode-metode tersebut akan dibandingkan nilai *error*-nya. Perhitungan *error* yang digunakan yaitu *Mean Absolute Percentage Error*. Dimana perhitungan *error* tersebut dipilih dari perhitungan *error* dengan tingkat akurasi yang rendah .

1. Metode Double Moving Average (DMA)

a) Peramalan

Berikut ini merupakan perhitungan manual dengan metode 2 DMA

$$S'_1 = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3}$$

$$S'_1 = \frac{106313 + 165771 + 213997}{3}$$

$$S'_1 = 162027,000$$

$$S''_1 = \frac{S'_1 + S'_2 + S'_3}{3}$$

$$S''_1 = \frac{162027,000 + 203566,000 + 177289,000}{3}$$

- $S''_1 = 180960,667a_1 = (2 \times S'_3) - S''_1$
- $a_1 = (2 \times 177289,000) - 180960,667$
- $a_1 = 173617,333$
- $b_1 = \frac{2}{t-1} \times (S'_3 - S''_1)$
- $Ft_1 = 173617,333 + (-3671,667)$
- $Ft_1 = 169946$

Keterangan :

S'_1 : Nilai *single moving average* periode ke 1

S''_1 : Nilai *double moving average* periode ke 1

a_1 : Nilai konstanta pada periode ke 1

b_1 : Nilai *trend* pada periode ke 1

Ft_1 : Nilai peramalan yang dicari

b) Verifikasi

Berikut adalah contoh perhitungan verifikasi *error* :

- $e_t = X_t - F_{tR}$
- $e_1 = 22760 - 169946 = 56814,333$

$$b_1 = \frac{2}{3-1} \times (177289,000) - 180960,667$$

$$b_1 = -3671,667$$

- $Ft_1 = a_1 + b_1$

- $e_t^2 = (X_t - F_t)^2 e_3^2 = (22760 - 169946)^2 = (56814,333)^2 = 3227868472$

- $PE_t = \frac{(X_t - F_t)}{X_t} \times 100\%$

$$PE_3 = \frac{[22760-169946]}{22760} \times 100\% = 25,055 \%$$

- $MAPE = \frac{\sum |PE|}{n} = \frac{270,344\%}{31} = 38,186 \%$

Keterangan :

e_t = *Error* pada periode-t

X_t = Demand aktual pada periode-t

F_t = Peramalan demand pada periode-t

PE = Percentage *Error*

Berikut merupakan tabel rekapitulasi perhitungan peramalan dengan *Metode Double Moving Average (DMA)*:

Tabel 1. Tabel rekapitulasi perhitungan peramalan dengan metode *Metode Double Moving Average (DMA)*

t	Demand	S'	S''	a	b	Ft	Error	Error	Error^2	PE
1	106313									
2	165771									
3	213997	162027,000								
4	230930	203566,000								
5	86940	177289,000	180960,667	173617,333	-3671,667					
6	226760	181543,333	187466,111	175620,556	-5922,778	169946	56814,333	56814,333	3227868472	25,055%
7	452340	255346,667	204726,333	305967,000	50620,333	169698	282642,222	282642,222	79886625783	62,484%
8	221830	300310,000	245733,333	354886,667	54576,667	356587	-134757,333	134757,333	18159538887	60,748%
9	219240	297803,333	284486,667	311120,000	13316,667	409463	-190223,333	190223,333	36184916544	86,765%
10	245700	228923,333	275678,889	182167,778	-46755,556	324437	-78736,667	78736,667	6199462678	32,046%
11	175140	213360,000	246695,556	180024,444	-33335,556	135412	39727,778	39727,778	1578296327	22,683%
12	202860	207900,000	216727,778	199072,222	-8827,778	146689	56171,111	56171,111	3155193723	27,690%
13	191520	189840,000	203700,000	175980,000	-13860,000	190244	1275,556	1275,556	1627042	0,666%
14	199080	197820,000	198520,000	197120,000	-700,000	162120	36960,000	36960,000	1366041600	18,565%
15	209160	199920,000	195860,000	203980,000	4060,000	196420	12740,000	12740,000	162307600	6,091%
16	234360	214200,000	203980,000	224420,000	10220,000	208040	26320,000	26320,000	692742400	11,231%
17	187740	210420,000	208180,000	212660,000	2240,000	234640	-46900,000	46900,000	2199610000	24,981%
18	210420	210840,000	211820,000	209860,000	-980,000	214900	-4480,000	4480,000	20070400	2,129%
19	161280	186480,000	202580,000	170380,000	-16100,000	208880	-47600,000	47600,000	2265760000	29,514%
20	266455	212718,333	203346,111	222090,556	9372,222	154280	112175,000	112175,000	12583230625	42,099%
21	189035	205590,000	201596,111	209583,889	3993,889	231463	-42427,778	42427,778	1800116327	22,444%
22	182700	212730,000	210346,111	215113,889	2383,889	213578	-30877,778	30877,778	953437160	16,901%
23	210420	194051,667	204123,889	183979,444	-10072,222	217498	-7077,778	7077,778	50094938	3,364%

Tabel 1. Tabel rekapitulasi perhitungan peramalan dengan metode *Metode Double Moving Average (DMA)*

t	Demand	S'	S''	a	b	Ft	Error	Error	Error^2	[PE]	
24	253260	215460,000	207413,889	223506,111	8046,111	173907	79352,778	79352,778	6296863341	31,333%	
25	123480	195720,000	201743,889	189696,111	-6023,889	231552	-108072,222	108072,222	11679605216	87,522%	
26	487620	288120,000	233100,000	343140,000	55020,000	183672	303947,778	303947,778	92384251616	62,333%	
27	395080	335393,333	273077,778	397708,889	62315,556	398160	-3080,000	3080,000	9486400	0,780%	
28	270900	384533,333	336015,556	433051,111	48517,778	460024	-189124,444	189124,444	35768055486	69,813%	
29	325115	330365,000	350097,222	310632,778	-19732,222	481569	-156453,889	156453,889	24477819348	48,123%	
30	268380	288131,667	334343,333	241920,000	-46211,667	290901	-22520,556	22520,556	507175423	8,391%	
31	289835	294443,333	304313,333	284573,333	-9870,000	195708	94126,667	94126,667	8859829378	32,476%	
32	248220	268811,667	283795,556	253827,778	-14983,889	274703	-26483,333	26483,333	701366944	10,669%	
33	73080	203711,667	255655,556	151767,778	-51943,889	238844	-165763,889	165763,889	27477666860	226,825%	
34	296100	205800,000	226107,778	185492,222	-20307,778	99824	196276,111	196276,111	38524311793	66,287%	
35	133560	167580,000	192363,889	142796,111	-24783,889	165184	-31624,444	31624,444	1000105486	23,678%	
36	98280	175980,000	183120,000	168840,000	-7140,000	118012	-19732,222	19732,222	389360594	20,078%	
37						161700					
38						154560					
39						147420					
40						140280					
41						133140					
42						126000					
43						118860					
44						111720					
45						104580					
46						97440					
47						90300					
48						83160					
Total									2604465,000	418562838393	1183,764%

2. Metode Single Esponential Smoothing (DES)

a) Peramalan

Berikut merupakan contoh perhitungan manual metode *single exponential smoothing*.

- $S'_t = \alpha X_i + (1 - \alpha) S'_{t-1}$
 $S'_2 = (0,05) (165711) + (1 - 0,05) (106313)$
 $= 109285,900$
- $S''_t = \alpha S'_i + (1 - \alpha) S''_{t-1}$
 $S''_2 = (0,05) (109285,900) + (1 - 0,05)$
 $(106313) = 106864,477$
- $a_t = 2S''_t - S'_t$
 $a_t = 2(106864,477) - (109285,900)$
 $= 111707,164$
- $b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)$
 $b_t = \frac{0,005}{1-0,05} (109285,900 - 106864,477)$

$= -10,394$

▪ $F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$

$F_3 = 25802,442 + (-10,394) (3-2) = 127,435$

▪ *Alpha*: 0,05

Keterangan:

α : Parameter *exponential smoothing* ($0 < \alpha < 1$)

X_i : Data aktual pada periode t

S'_{t-1} : Nilai *single exponential smoothing* periode ke t-1

S''_{t-1} : Nilai *double exponential smoothing* periode ke t-1

S'_t : Nilai *single exponential smoothing* periode ke t

S''_t : Nilai *double exponential smoothing* periode ke t

a_t : Nilai konstanta pada periode ke t

b_t : Nilai *trend* pada periode ke t

m : Periode ke depan yang akan diramalkan

F_{t+m} : Nilai peramalan untuk m periode ke depan

b) Peramalan

Berikut adalah contoh perhitungan verifikasi

error :

- $e_t = X_t - F_t$
 $e_3 = 213997 - 111834,599 = 102162,401$
- $e_t^2 = (X_t - F_t)^2$
 $e_3^2 = (213997 - 111834,599)^2 = (102162,401)^2 = 10437156188,839$

- $PE_t = \frac{(X_t - F_t)}{X_t} * 100\%$
 $PE_3 = \frac{[213997 - 111834,599]}{213997} * 100\% = 47,740\%$
- $MAPE = \frac{\sum |PE|}{n} = \frac{1245,812\%}{34} = 41,735\%$

Keterangan :

- e_t = Error pada periode-t
- X_t = Demand aktual pada periode-t
- F_t = Peramalan demand pada periode-t
- PE = Percentage Error

Berikut merupakan table rekapitulasi perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*:

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*

t	Demand	S'	S''	a	b	Ft	Error	Error	Error^2	PE
1	106313	106313	106313							
2	165771	109285,900	106461,645	112110,155	148,645					
3	213997	114521,455	106864,636	122178,275	402,991	112258,800	101738,200	101738,200	10350661339,240	47,542%
4	230930	120341,882	107538,498	133145,267	673,862	122581,265	108348,735	108348,735	11739448376,100	46,918%
5	86940	118671,788	108095,162	129248,414	556,665	133819,129	-46879,129	46879,129	2197652735,799	53,921%
6	226760	124076,199	108894,214	139258,183	799,052	129805,078	96954,922	96954,922	9400256815,191	42,757%
7	452340	140489,389	110473,973	170504,805	1579,759	140057,235	312282,765	312282,765	97520525248,124	69,037%
8	221830	144556,419	112178,095	176934,743	1704,122	172084,563	49745,437	49745,437	2474608460,855	22,425%
9	219240	148290,598	113983,720	182597,476	1805,625	178638,866	40601,134	40601,134	1648452097,820	18,519%
10	245700	153161,068	115942,588	190379,549	1958,867	184403,102	61296,898	61296,898	3757309759,810	24,948%
11	175140	154260,015	117858,459	190661,571	1915,871	192338,417	-17198,417	17198,417	295785531,878	9,820%
12	202860	156690,014	119800,037	193579,992	1941,578	192577,442	10282,558	10282,558	105730992,843	5,069%
13	191520	158431,514	121731,611	195131,416	1931,574	195521,569	-4001,569	4001,569	16012557,930	2,089%
14	199080	160463,938	123668,227	197259,649	1936,616	197062,990	2017,010	2017,010	4068328,344	1,013%
15	209160	162898,741	125629,753	200167,729	1961,526	199196,265	9963,735	9963,735	99276014,038	4,764%
16	234360	166471,804	127671,855	205271,753	2042,103	202129,255	32230,745	32230,745	1038820929,177	13,753%
17	187740	167535,214	129665,023	205405,404	1993,168	207313,855	-19573,855	19573,855	383135803,967	10,426%
18	210420	169679,453	131665,745	207693,161	2000,721	207398,572	3021,428	3021,428	9129026,197	1,436%
19	161280	169259,480	133545,432	204973,529	1879,687	209693,883	-48413,883	48413,883	2343904053,922	30,019%
20	266455	174119,256	135574,123	212664,390	2028,691	206853,216	59601,784	59601,784	3552372648,002	22,368%
21	189035	174865,044	137538,669	212191,418	1964,546	214693,081	-25658,081	25658,081	658337133,066	13,573%
22	182700	175256,791	139424,575	211089,008	1885,906	214155,964	-31455,964	31455,964	989477693,884	17,217%
23	210420	177014,952	141304,094	212725,810	1879,519	212974,914	-2554,914	2554,914	6527585,365	1,214%
24	253260	180827,204	143280,249	218374,159	1976,156	214605,329	38654,671	38654,671	1494183613,595	15,263%
25	123480	177959,844	145014,229	210905,459	1733,980	220350,315	-96870,315	96870,315	9383857864,309	78,450%
26	487620	193442,852	147435,660	239450,043	2421,431	212639,439	274980,561	274980,561	75614309079,111	56,392%
27	395080	203524,709	150240,113	256809,306	2804,452	241871,475	153208,525	153208,525	23472852259,034	38,779%
28	270900	206893,474	153072,781	260714,167	2832,668	259613,758	11286,242	11286,242	127379252,452	4,166%
29	325115	212804,550	156059,369	269549,731	2986,588	263546,835	61568,165	61568,165	3790638954,729	18,937%
30	268380	215583,323	159035,567	272131,078	2976,198	272536,319	-4156,319	4156,319	17274991,447	1,549%

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*

t	Demand	S'	S''	a	b	Ft	Error	Error	Error^2	PE
31	289835	219295,906	162048,584	276543,229	3013,017	275107,276	14727,724	14727,724	216905854,743	5,081%
32	248220	220742,111	164983,260	276500,962	2934,676	279556,246	-31336,246	31336,246	981960316,777	12,624%
33	73080	213359,006	167402,047	259315,964	2418,787	279435,638	-206355,638	206355,638	42582649511,537	282,370%
34	296100	217496,055	169906,748	265085,363	2504,700	261734,751	34365,249	34365,249	1180970342,164	11,606%
35	133560	213299,253	172076,373	254522,132	2169,625	267590,063	-134030,063	134030,063	17964057821,424	100,352%
36	98280	207548,290	173849,969	241246,611	1773,596	256691,757	-158411,757	158411,757	25094284820,679	161,184%
37						243020				
38						244794				
39						246567				
40						248341				
41						250115				
42						251888				
43						253662				
44						255435				
45						257209				
46						258983				
47						260756				
48						262530				
Total							649980,336	2303772,639	350512817813,552	1245,582%

3. Metode Holt Winter Method

Peramalan dengan metode ini menggunakan *software minitab* dapat dilihat pada hasil perhitungan dibawah ini.

Multiplicative Method

Data Pengiriman SIR
Length 36

Smoothing Constants

α (level) 0,2
 γ (trend) 0,2
 δ (seasonal) 0,2

Accuracy Measures

MAPE 4
MAD 7905
MSD 90752411

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	117103	97736	136469

38	183259	163892	202625
39	237428	218061	256794
40	257137	237770	276503
41	97153	77786	116519
42	254300	234934	273666
43	509075	489708	528441
44	250533	231167	269900
45	248477	229111	267844
46	279438	260072	298805
47	199882	180515	219248
48	232318	212952	251685

Perbandingan Hasil Peramalan

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan metod etime series, maka dilakukan pemilihan metode terbaik berdasarkan kriteria nilai erroe terkecil. Dalam pemilihan metode terbaik, penentuan nilai error terkecil dilakukan dnegan metode MAPE. Berikut merupakan rekapitulasi nilai *error* hasil peramalan :

Tabel 3. Rekapitulasi *error* hasil peramalan

Metode Peramalan	Nilai MAPE (%)
<i>Double Moving Average</i>	38,19%
<i>Double Exponential Smoothing</i>	36,63%
<i>Winter's Method</i>	4%

Dari hasil rekapitulasi nilai *error*, maka dapat diketahui bahwa hasil peramalan dengan metode *Winter's Method* memiliki nilai error terkecil, yaitu MAPE sebesar 4 %. Maka, data peramalan yang sebaiknya digunakan adalah hasil dari perhitungan peramalan metode *Winter's Method*.

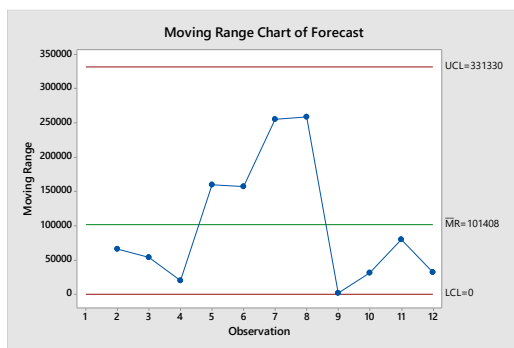
Validasi Peramalan

Diketahui hasil peramalan dengan metode *Winter's Method* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil peramalan metode terpilih

Bulan(2023)	Forecast
Januari	117103
Februari	183259
Maret	237428
April	257137
Mei	97153
Juni	254300
Juli	509075
Agustus	250533
September	248477
Oktober	279438
November	199882
Desember	232318

Setelah dilakukan perhitungan nilai error terkecil dengan metode MAPE, maka diketahui bahwa peramalan metode terpilih adalah *Winter's Method* selanjutnya dilakukanlah validasi dari hasil peramalan metode terpilih tersebut. Metode yang digunakan dalam validasi hasil peramalan adalah dengan metode *Moving Range* dengan hasil peramalan dan hasil validasi yang dilakukan dengan *software minitab* seperti pada grafik dibawah ini:



Gambar 5. Peta *moving range*

Berdasarkan grafik pengolahan data *error* tidak terdapat data yang berada diluar batas kendali.

Sehingga dapat dinyatakan bahwa metode *Winter's Method* valid dan dapat digunakan sebagai acuan untuk hasil peramalan selama 12 bulan kedepan.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Bambang Purwanggono, M.Eng. atas bimbingannya dalam penulisan jurnal Usulan Peramalan Produksi Sir Menggunakan Metode *Time Series* Untuk Mengantisipasi Overkapasitas Pada Penyimpanan Produk Jadi (Studi Kasus: PT Indo Java Rubber Planting Co.) Terima kasih juga penulis sampaikan pada PT Indo Java Rubber Planting Co. sebagai mitra dalam melakukan riset mulai dari identifikasi masalah terkait proses produksi SIR.

7. Kesimpulan

Plot data historis pengiriman SIR menunjukkan grafik *musiman (seasonal)* sehingga dilakukanlah peramalan dengan metode *Time Series*. Setelah dilakukan peramalan, selanjutnya dilakukan verifikasi dengan perhitungan nilai *error* menggunakan metode MAPE, didapatkan bahwa *winter's method* memiliki nilai *error* terkecil yaitu sebesar 4 %. Kemudian dilakukan uji validasi untuk melihat apakah data hasil peramalan berada diluar batas kendali atau tidak, dan hasil akhirnya adalah dari hasilnya adalah seluruh data berada di dalam batas kendali UCL dan LCL, sehingga peramalan dapat digunakan. Hasil peramalan yang didapatkan dengan *winter's method* dari bulan Januari sebesar 117103 Kg, Februari sebesar 183259 Kg, Maret sebesar 237428 Kg, April sebesar 257137 Kg, Mei sebesar 97153 Kg, Juni sebesar 254300 Kg, Juli sebesar 509075 Kg, Agustus sebesar 250533 Kg, September sebesar 248477 Kg, Oktober sebesar 279438 Kg, November sebesar 199882 kg dan Desember sebesar 232318.

8. Daftar Pustaka

- Eris, P. N., Nohe, D. A., dan Wahyuningsih, S. (2014). Peramalan Dengan Metode Smoothing dan Verifikasi Metode Peramalan Dengan Grafik Pengendali Moving Range (MR) (Studi Kasus: Produksi Air Bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda). *Jurnal EKSPONENSIAL*, 5(2), 203–210.
- Gaspersz, V. (2002). Manajemen Kualitas dalam Industri Jasa. Jakarta: Gramedia.
- Hartini, S. (2011). Teknik Mencapai Produksi Optimal. Bandung: CV. Lubuk Agung.
- Ilham. (2020). Kupas Tuntas Apa Itu Uji F, Rumus dan Tabel Ujinya.
- Ling, L. (2007). Supply Chain Management : Concepts, techniques and practices enhancing value

- through. *Singapore: World Scientific Publishing Co Pte.Ltd.*
- Prasetya, B. D., Pamungkas, F. S., dan Kharisudin, I. (2020). Pemodelan dan Peramalan Data Saham dengan Analisis Time Series menggunakan Python. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 3, 714–718. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/38116>
- Subekti, A. (2010). Pengelolaan Kas Daerah Untuk Mendukung Peningkatan Pendapatan Asli Daerah Pada Pemerintah Kabupaten Pekalongan. *TESIS. Jakarta: Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.*
- Supranto, J. (2010). Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan. . *Jakarta: Erlangga.*
- Wahyuningsih, S, E. P. (t.thn.). Peramalan Dengan Metode Smoothing dan Verifikasi Metode Peramalan Dengan Grafik Pengendali Moving Range (MR).
- Wiharja, A. F., dan Ningrum, H. F. (2020). Analisis Prediksi Penjualan Produk PT. Joenoes Ikamulya Menggunakan 4 Metode Peramalan Time Series. *Jurnal Bisnisan : Riset Bisnis dan Manajemen*, 2(1), 43–51. <https://doi.org/10.52005/bisnisan.v2i1.23>