



Analisis Peramalan Permintaan *Crude Palm Oil* (CPO) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average* dan *Holt Winter's* di Perusahaan Perkebunan Sawit

Forecasting Analysis of *Crude Palm Oil* (CPO) Demand using *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average* and *Holt Winter's* Methods at the Palm Oil Plantation Company

Catherine Intanadya Ilhamti¹, Resista Vikaliana*¹

¹Program Studi Teknik Logistik, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pertamina

ARTICLE INFO

Article history:

Diterima 10-01-2024
Diperbaiki 26-06-2024
Disetujui 26-06-2024

Kata Kunci:

Peramalan, *Crude Palm Oil*, *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, *Holt Winter's*

Keywords:

Forecasting, *Crude Palm Oil*, *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, *Holt Winter's*

ABSTRAK

PT Steelindo Wahana Perkasa, bagian dari KLK GROUP adalah perusahaan perkebunan sawit di Belitung Timur yang memproduksi olein dan stearin melalui pabrik *refinery* berkapasitas 1000 MT CPO per hari. Produk ini diekspor ke Asia dan Eropa, termasuk Malaysia, Singapura, China, dan Belanda. Olein juga dijual di wilayah sekitar Belitung. Saat ini, perusahaan hanya menghasilkan sekitar 170 MT *Crude Palm Oil* (CPO) per hari, sehingga mereka membeli CPO dari perusahaan lain. Penelitian dilakukan untuk menganalisis permintaan CPO di masa depan dengan metode *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan *Holt Winter's*. Tujuan penelitian ini adalah menentukan metode yang paling akurat berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Jika MAPE <10%, metode dianggap baik untuk meramalkan permintaan CPO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang paling tepat adalah *Holt Winter's*, dengan MAPE sebesar 8.6% dan 4.4%. Dalam periode 13, perusahaan A akan membeli 2.780.08 MT CPO, dan perusahaan B akan membeli 4.496,10 MT.

ABSTRACT

PT Steelindo Wahana Perkasa, a part of the KLK GROUP, is a palm oil plantation company located in East Belitung. They produce olein and stearin through a refinery plant with a capacity of 1000 MT of *Crude Palm Oil* (CPO) per day. These products are exported to Asia and Europe, including countries like Malaysia, Singapore, China, and the Netherlands. Olein is also sold in the Belitung region. Currently, the company only produces around 170 MT of CPO per day, so they purchase CPO from other companies. Research is conducted to analyze the future demand for CPO using the *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, and *Holt Winter's* methods. The research's goal is to determine the most accurate method based on the *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) value. If MAPE is <10%, the method is considered suitable for forecasting CPO demand. The research results indicate that the most appropriate method is *Holt Winter's*, with a MAPE of 8.6% and 4.4%. In period 13, company A will purchase 2,780.08 MT of CPO, and company B will purchase 4,496.10 MT.

1. Pendahuluan

Crude Palm Oil merupakan hasil produk dalam sektor pertanian di mana, olahan ini berasal dari *mesocarp* (diekstrak) Tandan Buah Segar (TBS) sebagai minyak sawit mentah [1]. Penggunaan CPO dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan minyak goreng, margarin, hingga

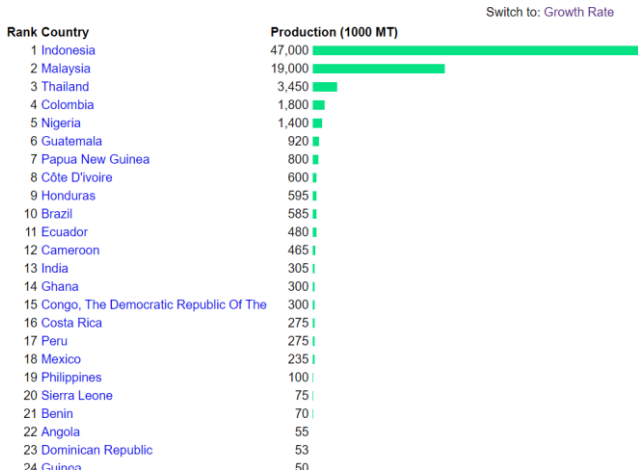
sabun [2]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), mengatakan produksi CPO tahun 2021 mencapai angka 45,12 juta ton yang sebagian besar diproduksi oleh perusahaan sawit swasta [3].

Tahun Years	Status Pengusahaan Category of Producers			Jumlah Produksi Minyak Sawit Production of Crude Palm Oil (CPO)	Produksi Inti Sawit Production of Palm Kernel
	Perkebunan Besar Negara Government Estates	Perkebunan Besar Swasta Private Estates	Perkebunan Rakyat Smallholders		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2000	1 460 954	3 633 901	1 905 653	7 000 508	1 400 102
2001	1 519 289	4 079 151	2 798 032	8 396 472	1 679 294
2002	1 607 734	4 587 871	3 426 739	9 622 344	1 924 469
2003	1 750 651	5 172 859	3 517 324	10 440 834	2 088 167
2004	2 013 130	6 466 132	3 847 157	12 326 419	2 465 284
2005	2 235 827	7 883 234	4 500 769	14 619 830	2 923 966
2006	2 376 872	8 584 884	5 608 171	16 569 927	3 313 985
2007	2 174 897	9 263 089	6 358 388	17 796 374	3 559 275
2008	1 820 594	10 657 168	6 923 042	19 400 794	3 880 159
2009	1 943 212	11 929 390	7 517 724	21 390 326	4 278 065
2010	1 921 660	12 116 488	8 458 709	22 496 857	4 499 371
2011	2 154 218	13 043 830	8 797 925	23 995 973	4 799 195
2012	2 133 007	14 684 783	9 197 729	26 015 519	5 203 104
2013	2 144 651	15 626 625	10 010 728	27 782 004	5 556 401
2014	2 229 336	16 843 458	10 205 395	29 278 189	5 855 638
2015	2 346 822	18 195 402	10 527 791	31 070 015	6 214 003
2016	1 887 999	18 024 445	11 575 542	31 487 986	6 297 597
2017	1 861 263	19 887 837	13 191 189	34 940 289	6 988 058
2018	2 147 136	25 439 694	15 296 801	42 883 631	8 576 726
2019	2 134 367	30 060 003	14 925 877	47 120 247	9 424 049
2020	2 310 612	27 935 806	15 495 427	45 741 845	9 148 369
2021*	2 256 134	27 361 506	15 503 840	45 121 480	9 024 296

*) Angka Sementara/Preliminary Figures

Gambar 1 Produksi perkebunan kelapa sawit di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat adanya peningkatan produksi minyak sawit atau CPO dari tahun 2000 – 2019 di mana, produksi terbesar terjadi pada tahun 2019 sebesar 47,88 ton. Kemudian, mengalami penurunan pada tahun 2020 yang disebabkan oleh COVID-19 namun, pada tahun 2021 produksi CPO di Indonesia kembali stabil. Hal ini membuktikan Indonesia sebagai salah satu produsen CPO terbesar di dunia terlihat pada data index mundi tahun 2023 pada Gambar 2:

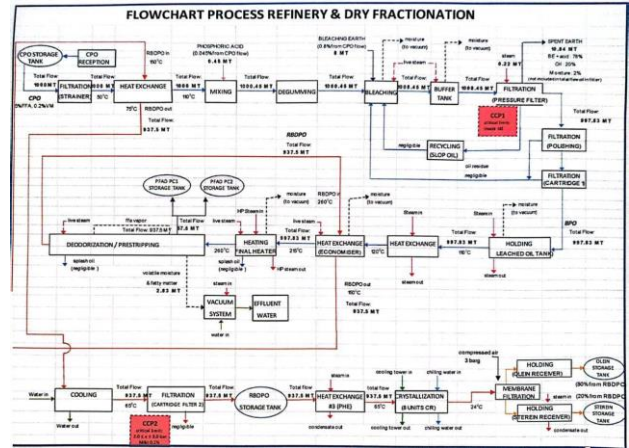


Gambar 2 Produksi crude palm oil di dunia tahun 2023

Pada Gambar 2, pada tahun 2023, Indonesia memimpin dunia dalam produksi CPO dengan 47.000 MT, diikuti oleh Malaysia, Thailand, Kolombia, dan Nigeria, masing-masing menghasilkan 19.000 MT, 3.450 MT, 1.800 MT, dan 1.400 MT CPO.

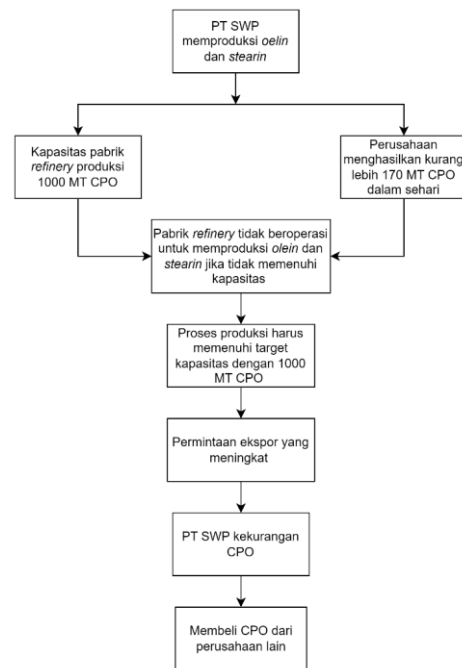
PT Steelindo Wahana Perkasa, sebuah perusahaan perkebunan sawit, saat ini mengolah 80ton TBS per jam, beroperasi selama 10 jam, menghasilkan sekitar 170 ton CPO

per hari. Mereka juga memiliki pabrik refinery dengan kapasitas 1000 ton untuk mengolah CPO menjadi RBDPO setiap hari. RBDPO kemudian dipecah menjadi 80% RBDPL (minyak sawit cair untuk minyak goreng) dan 20% RDBPS (minyak sawit padat untuk bahan baku seperti margarin). Diagram produksi CPO menjadi RBDPL dan RDBPS terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir proses produksi crude palm oil

Hasil produksi olein dan stearin diekspor ke berbagai negara di Asia dan Eropa seperti Malaysia, Singapura, China, dan Belanda. Produk olein juga dijual secara lokal di Belitung Timur sebagai minyak goreng curah. Namun, produksi CPO harian PT Steelindo Wahana Perkasa masih belum mencukupi target kapasitas pabrik refinery sebesar 1000 MT CPO. Karena permintaan ekspor yang meningkat, perusahaan harus membeli CPO dari pihak lain untuk menjaga produksi olein dan stearin yang lancar. Jika kapasitas pabrik tidak terpenuhi, produksi olein dan stearin tidak dapat dilanjutkan. Diagram hubungan masalah ini dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 4 Diagram keterkaitan masalah

Gambar 4 menggambarkan keterkaitan masalah, dan penelitian dilakukan untuk menganalisis permintaan *Crude Palm Oil* (CPO) guna memenuhi kebutuhan bahan baku dalam produksi olein dan stearin. Penelitian ini menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan *Holt Winter's* untuk menentukan metode terbaik dalam peramalan permintaan CPO dalam beberapa periode ke depan. Saat ini, PT SWP tidak memiliki metode peramalan yang digunakan untuk pembelian CPO. Peramalan diperlukan untuk memprediksi kemampuan memenuhi permintaan di masa depan yang bergantung pada berbagai faktor. *Single Exponential Smoothing* adalah metode berkelanjutan yang mempertimbangkan data terbaru, *Moving Average* menggunakan data permintaan terbaru untuk perkiraan masa depan, dan *Holt Winter's* digunakan untuk data musiman. Data pembelian CPO oleh PT Steelindo Wahana Perkasa dari dua perusahaan yang berbeda pada tahun 2022 akan diproses dengan bantuan perangkat lunak Minitab.

2. Metode Penelitian

2.1 Peramalan (Forecasting)

Peramalan digunakan untuk merencanakan strategi dan memenuhi permintaan di masa depan. Ini membantu merumuskan kebijakan yang sesuai dengan kebutuhan yang akan datang. Terdapat dua pendekatan umum dalam peramalan: pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Kedua pendekatan ini menghasilkan peramalan berdasarkan data. Pendekatan kualitatif bergantung pada pertimbangan manusia dan pengalaman, terutama digunakan ketika tidak ada data historis yang tersedia atau saat menghadapi situasi baru. Di sisi lain, pendekatan kuantitatif menggunakan model matematika dan data masa lalu untuk meramalkan kebutuhan di masa depan.

2.2 Single Exponential Smoothing

Metode *single exponential smoothing* memiliki ciri data yang fluktuatif di sekitar nilai rata-rata konstan, tanpa menunjukkan tren atau pola pertumbuhan yang konsisten. Nilai *smoothing constant* dapat dipilih dengan bebas menggunakan simbol α di antara nilai 0 sampai 1. Nilai-nilai peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang terdapat dalam persamaan berikut [4]:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t - 1 \quad (1)$$

Keterangan:

S_t = Peramalan untuk periode t.

X_t = Nilai aktual pada waktu ke-t

F_t-1 = Peramalan pada waktu t-1

α = Parameter *Exponential* dengan nilai antara 0 – 1

2.3 Moving Average

Moving Average merupakan teknik peramalan yang menggunakan sejumlah nilai pengamatan, kemudian menghitung rata-rata dari nilai-nilai tersebut untuk digunakan sebagai prediksi untuk periode mendatang [5]. Semakin besar periode yang digunakan dalam *moving average*, akan semakin terlihat efek pelunakan dalam prediksi dan menghasilkan *moving average* yang lebih halus [6]. Melalui rumus berikut:

$$F_{t+1} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

F_{t+1} = peramalan untuk periode ke t+1

X_t = nilai real periode ke t+1

n = jumlah dari batasan pada *moving average*

2.4 Holt Winter's

Metode *Holt Winter's* adalah pendekatan yang bisa langsung diterapkan pada data yang memiliki komponen musiman. Pendekatan ini berdasarkan tiga persamaan pemulusan, satu untuk mengatasi komponen stasioner, satu untuk mengatasi komponen tren, dan satu lagi untuk mengatasi komponen musiman. Dirumuskan menjadi [7]:

- Pemulusan Eksponensial

$$L_t = \alpha(X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3)$$

- Pemulusan Trend

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (4)$$

- Pemulusan musiman

$$S_t = \gamma(X_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-1} \quad (5)$$

- Peramalan

$$F_{t+m} = L_t + mb_t + S_{t-m-s} \quad (6)$$

Keterangan:

nilai pemulusan eksponensial periode t

α = konstanta pemulusan untuk data ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = konstanta pemulusan untuk estimasi trend ($0 \leq \beta \leq 1$)

γ = konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ($0 \leq \gamma \leq 1$)

X_t = nilai aktual pada periode t

B_t = estimasi trend periode t

S_t = estimasi musiman periode t

t = periode ke-t

s = panjang musiman (banyaknya bulan/kuartal dalam satu tahun)

m = banyaknya periode ke depan yang akan diramalkan

2.5 Penentuan Nilai Error

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) Nilai rata-rata dari selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual, yang diukur sebagai persentase dari nilai aktual. Pada MAPE semakin kecil nilainya maka metode peramalan yang digunakan akan semakin bagus dan akurat sehingga, MAPE menjadi penentu nilai eror yang tepat untuk sebagai panduan memilih metode yang tepat dalam melakukan peramalan yang dirumuskan sebagai berikut [8]:

$$MAPE = \sum (|Aktual - Perhitungan| / Aktual) * 100 / n \quad (7)$$

Adapun kriteria pada MAPE sebagai berikut:

Tabel 1.
Kriteria MAPE

Nilai MAPE	Arti
<10%	Sangat Baik
10%-20%	Baik
20%-50%	Cukup
>50%	Buruk

Kriteria MAPE pada Tabel 1, mengartikan bahwa semakin kecil nilai MAPE maka semakin tepat metode yang digunakan untuk melakukan peramalan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, data pembelian *Crude Palm Oil* dikumpulkan dari hanya 2 perusahaan, meskipun ada sekitar 20 perusahaan yang terlibat dalam pembelian CPO secara keseluruhan. Dua perusahaan ini dipilih karena mereka paling aktif dalam melakukan pembelian CPO setiap bulan oleh PT Steelindo Wahana Perkasa selama 12 bulan. Oleh karena itu, data yang digunakan adalah data pembelian CPO oleh perusahaan A dan perusahaan B pada tahun 2022. Satuan pengukuran yang digunakan adalah Metrik Ton (MT) untuk menjelaskan volume pembelian CPO yang dilakukan oleh perusahaan pada tahun tersebut. Data pembelian CPO adalah sebagai berikut:

Tabel 2.
Data Pembelian CPO oleh PT SWP pada Perusahaan A

Bulan	Jumlah Pembelian CPO (MT)
Januari	3.338,350
Februari	2.530,550
Maret	2.841,610
April	2.973,730
Mei	362,660
Juni	448,770
Juli	3.648,770
Agustus	2.144,080
September	3.163,280
Oktober	1.980,240
November	2.487,570
Desember	1.102,110
Total	27.021,720

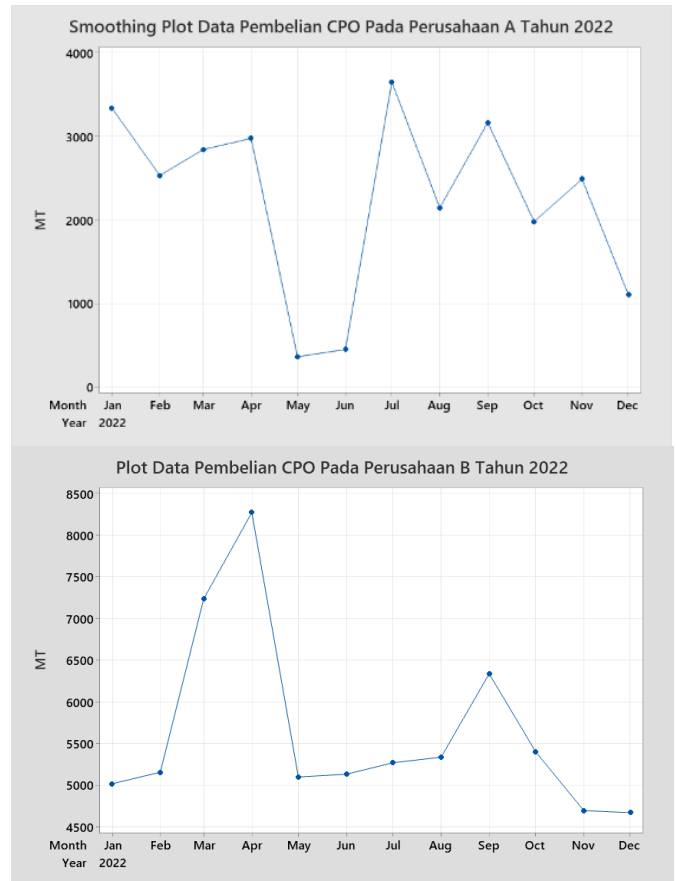
Sumber: Data Sekunder Perusahaan, 2022

Tabel 3.
Data Pembelian CPO oleh PT SWP pada Perusahaan B

Bulan	Jumlah Pembelian CPO (MT)
Januari	5.014,440
Februari	5.153,060
Maret	7.234,630
April	8.269,720
Mei	5.095,890
Juni	5.129,230
Juli	5.266,550
Agustus	5.333,510
September	6.333,960
Oktober	5.397,600
November	4.692,470
Desember	4.667,220
Total	67.588,380

Sumber: Data Sekunder Perusahaan, 2022

Langkah awal dalam peramalan data *time series* adalah uji plot data menggunakan perangkat lunak Minitab. Ini dilakukan untuk memahami karakteristik pola data yang akan digunakan dalam peramalan dan memilih metode yang sesuai untuk pemodelan. Berikut hasil uji plot data pembelian CPO oleh PT SWP.



Gambar 5 Plot data pembelian CPO pada perusahaan A dan perusahaan B

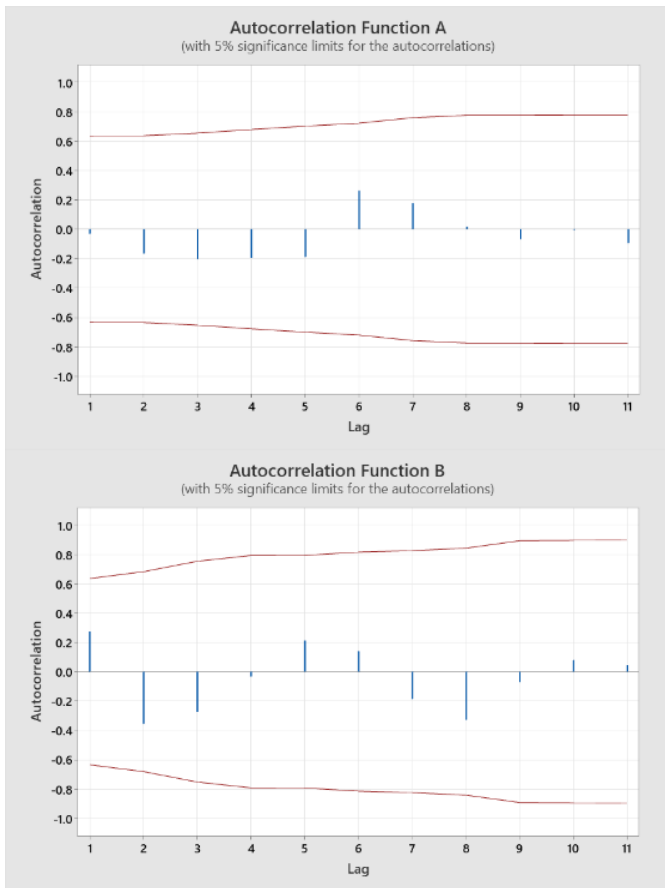
Berdasarkan Gambar 5, hasil *plot time series*, terlihat bahwa kedua data tersebut cukup stasioner dan tidak memiliki *trend* menaik atau menurun. Oleh karena itu, akan dicoba dengan menguji beberapa pemodelan dengan menggunakan metode yang cocok untuk plot data tersebut diantaranya metode *single exponential smoothing*, *moving average*, dan *holt winter's* pada masing-masing data pembelian.

Pemodelan data dilakukan dengan menggunakan 3 metode diantaranya metode *single exponential smoothing*, *moving average*, dan *holt winter's*.

3.1 Uji Autokorelasi ACF

Uji ACF ini dilakukan sebelum dilakukan pemodelan data yang bertujuan untuk mengetahui apakah data bersifat stasioner dan tidak terdapat pola *trend* pada data. Adapun hasil uji autokorelasi ACF ditunjukkan pada Gambar 6.

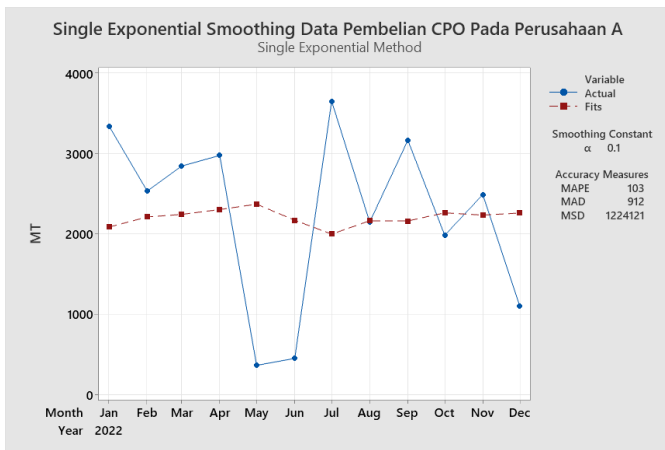
Berdasarkan Gambar 6, hasil dari uji autokorelasi terlihat tidak ada lag yang melewati 2 garis merah atas maupun garis merah bawah, sehingga dapat dinyatakan tidak terdapat data *trend*. Maka pemodelan metode *single exponential smoothing*, *moving average* dan *holt winter's* dapat dilanjutkan.



Gambar 6 Grafik uji autokorelasi pembelian CPO Perusahaan A dan Perusahaan B

3.2 Single Exponential Smoothing

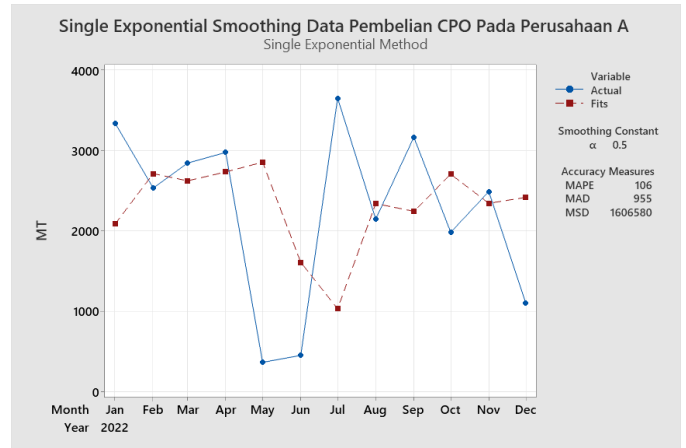
Hasil dari pemodelan data pembelian CPO pada perusahaan A dan perusahaan B tahun 2022, menggunakan metode *single exponential smoothing* dengan pilihan *smoothing constant* bernilai α 0,1; 0,5; dan 0,9 untuk pembelian CPO pada perusahaan A oleh PT SWP sebagai berikut:



Gambar 7 Grafik pemodelan *Single Exponential Smoothing* pembelian CPO pada Perusahaan A tahun 2022 dengan α 0,1

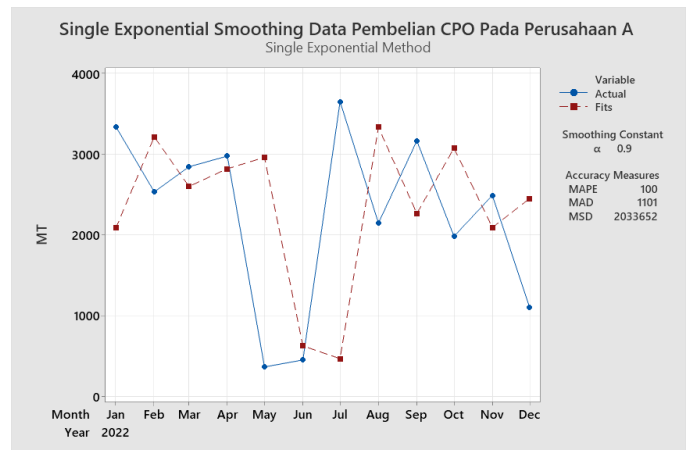
Setelah melakukan pemodelan pada Gambar 7, menggunakan metode SES dengan α 0,1 didapatkan nilai error yaitu MAPE sebesar 103, MAD 912, dan MSD 122.

Kemudian, berikut hasil pemodelan *single exponential smoothing* dengan α 0,5:



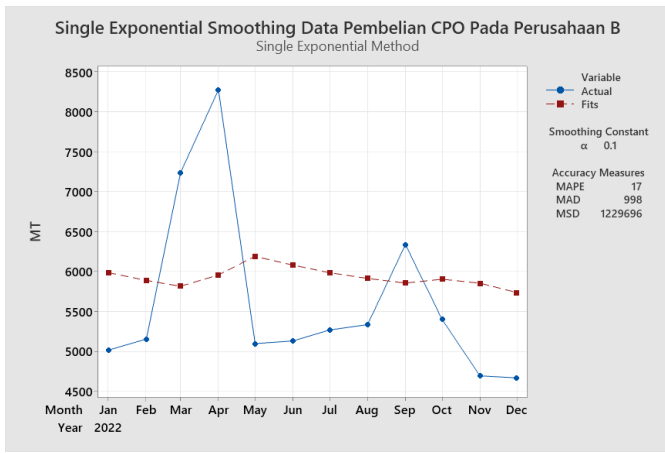
Gambar 8 Grafik pemodelan *Single Exponential Smoothing* pembelian CPO pada Perusahaan A tahun 2022 dengan α 0,5

Setelah melakukan pemodelan pada Gambar 8., menggunakan metode SES dengan α 0,5 didapatkan nilai error yaitu MAPE sebesar 106, MAD 955, dan MSD 160. Terakhir, hasil pemodelan *single exponential smoothing* dengan α 0,9:



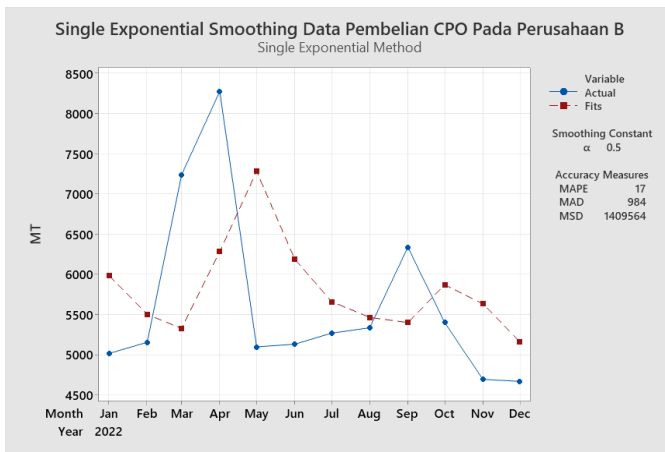
Gambar 9 Grafik pemodelan *Single Exponential Smoothing* pembelian CPO pada Perusahaan A tahun 2022 dengan α 0,9

Pemodelan pada Gambar 9, grafik menunjukkan menggunakan metode SES dengan α 0.5, didapatkan nilai error yaitu MAPE sebesar 106, MAD 955, dan MSD 160. Selanjutnya melakukan pemodelan SES pada data pembelian CPO di perusahaan B oleh PT SWP, menggunakan *smoothing constant* bernilai α 0,1; 0,5; dan 0,9 sebagai berikut:



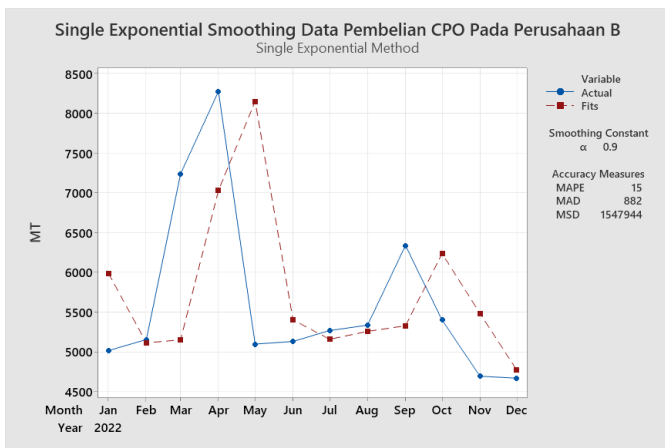
Gambar 10 Grafik pemodelan *Single Exponential Smoothing* pembelian CPO pada Perusahaan B tahun 2022 dengan α 0,1

Pada Gambar 10, menggunakan metode SES dengan α 0,1 didapatkan nilai error yaitu MAPE sebesar 17, MAD 998, dan MSD 122. Kemudian, berikut hasil pemodelan *single exponential smoothing* dengan α 0,5:



Gambar 11 Grafik pemodelan *Single Exponential Smoothing* pembelian CPO pada Perusahaan B tahun 2022 dengan α 0,5

Pada Gambar 11, menggunakan metode SES dengan α 0,5 didapatkan nilai error yaitu MAPE sebesar 17, MAD 984, dan MSD 140. Kemudian, berikut hasil pemodelan *single exponential smoothing* dengan α 0,9:

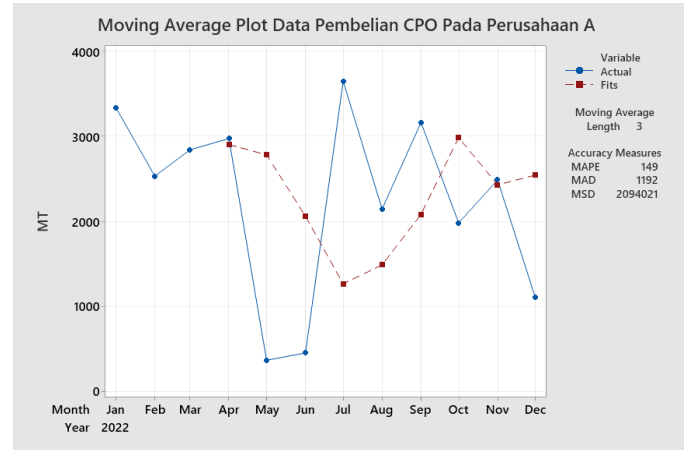


Gambar 12 Grafik pemodelan *Single Exponential Smoothing* pembelian CPO pada Perusahaan B tahun 2022 dengan α 0,9

Setelah melakukan pemodelan pada Gambar 12, menggunakan metode SES dengan α 0,5 didapatkan nilai error yaitu MAPE sebesar 15, MAD 882, dan MSD 154.

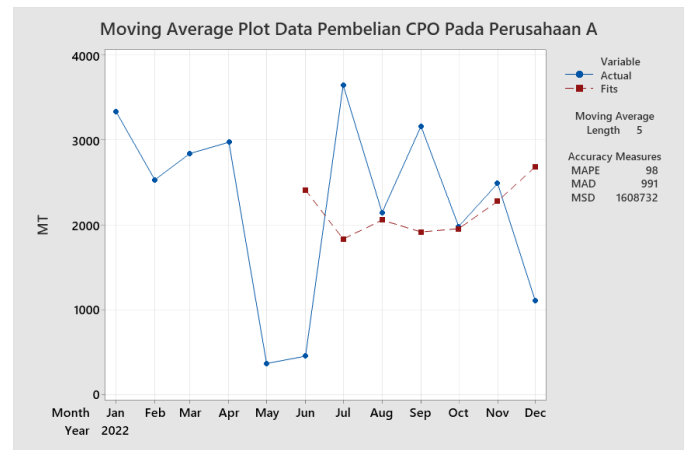
3.3 Moving Average

Pada pemodelan dengan metode *Moving Average*, akan dilakukan dengan menggunakan *length* 3 dan 5. Hasil dari pemodelan data pembelian CPO pada perusahaan A dan perusahaan B tahun 2022, menggunakan metode *Moving Average* sebagai berikut:



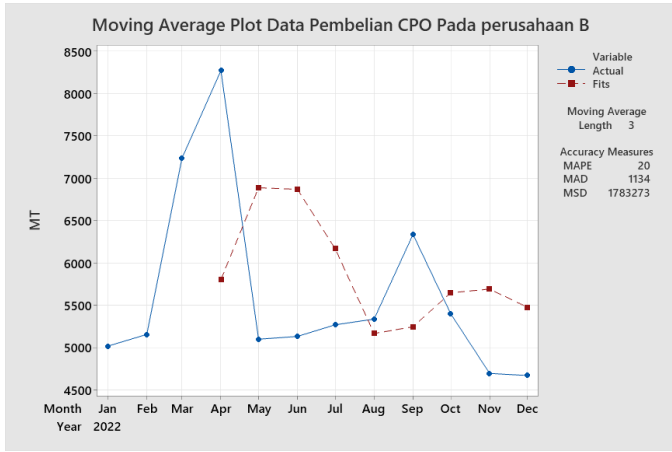
Gambar 13 Grafik pemodelan *Moving Average* pembelian CPO pada Perusahaan A tahun 2022 menggunakan *Length* 3

Pada Gambar 13., hasil grafik metode *Moving Average* dengan *length* 3 didapatkan hasil error-nya yaitu, MAPE sebesar 149, MAD 1192, dan MSD 209. Selanjutnya, merupakan hasil pemodelan *Moving Average* menggunakan *length* 5.



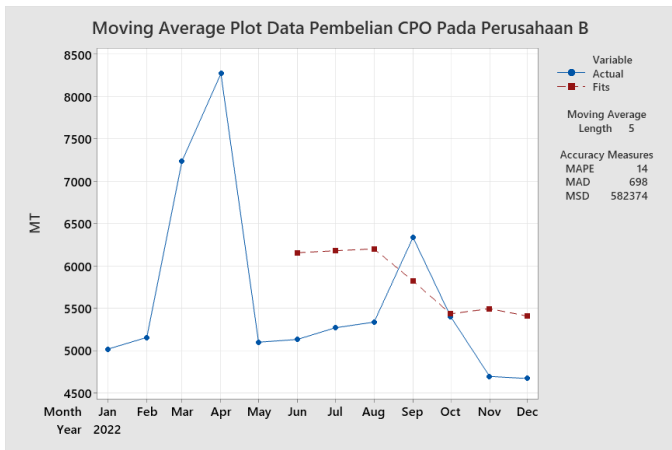
Gambar 14 Grafik pemodelan *Moving Average* pembelian CPO pada Perusahaan A tahun 2022 menggunakan *Length* 5

Pada Gambar 14., dapat dilihat hasil grafik metode *Moving Average* dengan *length* 6 didapatkan hasil error-nya yaitu, MAPE sebesar 98, MAD 991, dan MSD 160.



Gambar 15 Grafik pemodelan *Moving Average* pembelian CPO pada Perusahaan B tahun 2022 menggunakan *Length 3*

Pada Gambar 15, hasil grafik metode *Moving Average* pada data pembelian CPO dari perusahaan A dengan *length 6* didapatkan hasil errornya yaitu, MAPE sebesar 20, MAD 1134, dan MSD 178. Selanjutnya akan dilakukan pemodelan dengan metode *Moving Average* menggunakan *length 3* dan *length 5*.

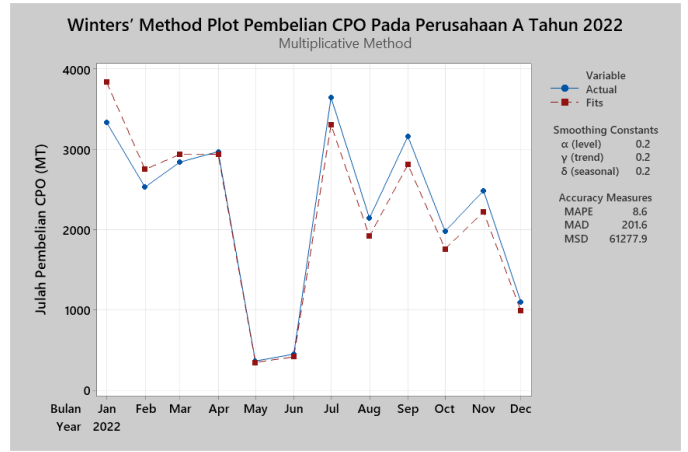


Gambar 16 Grafik pemodelan *Moving Average* pembelian CPO pada Perusahaan B tahun 2022 menggunakan *Length 5*

Pada Gambar 16, hasil grafik metode *Moving Average* dengan *length 5* didapatkan hasil errornya yaitu, MAPE sebesar 14, MAD 698, dan MSD 698.

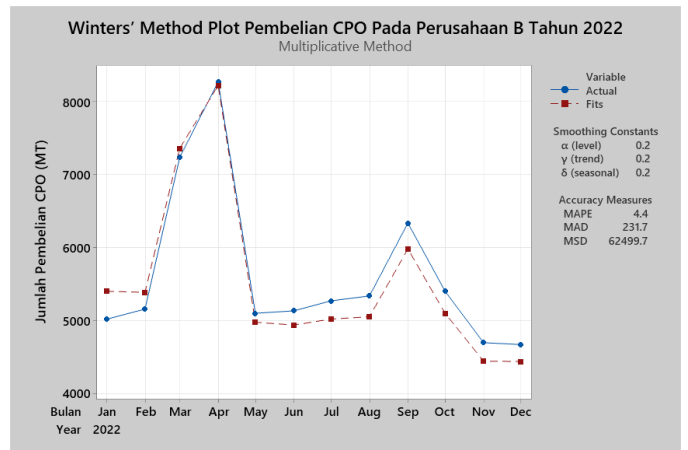
3.4 Holt Winter's

Hasil dari pemodelan data pembelian CPO pada perusahaan A tahun 2022, menggunakan metode *Holt Winter's* sebagai berikut:



Gambar 17 Grafik pemodelan *Holt Winter's* pembelian CPO pada Perusahaan A

Pada Gambar 17, pemodelan menggunakan metode *Holt Winter's* terhadap data pembelian CPO pada perusahaan A, diperoleh hasil nilai *error* MAPE sebesar 8.6, MAD 201.6, dan MSD 612. Kemudian berikut hasil grafik *Holt Winter's* pada perusahaan B sebagai berikut:



Gambar 18 Grafik pemodelan *Holt Winter's* Pembelian CPO pada Perusahaan B

Hasil uji pemodelan data pembelian CPO pada perusahaan B oleh PT SWP dengan metode *Holt Winter's* pada Gambar 18, diperoleh hasil nilai *error* untuk MAPE sebesar 4,4; MAD 231,7; dan MSD 624.

3.5 Rekapitulasi Nilai Error pada Pemodelan Single Exponential Smoothing, Moving Average, dan Holt Winter's

Setelah melakukan pemodelan dari ketiga metode tersebut, berikut merupakan hasil rekapitulasi nilai *error* yang bertujuan untuk menentukan metode mana yang paling tepat dilakukan peramalan selama 24 periode ke depan.

Tabel 4.
Hasil Rekapitulasi Nilai *Error* Pembelian CPO pada Perusahaan A oleh PT SWP

No	Metode	MAPE
1	Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.1$)	103%
2	Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.5$)	106%
3	Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.9$)	100%
4	Moving Average (L = 3)	149%
5	Moving Average (L = 5)	98%
6	Holt Winter's	8,6%

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai *error* yang telah dilakukan pada Tabel 4, dengan melakukan pemodelan pada metode *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan *Holt Winter's* maka nilai MAPE yang paling terkecil adalah 8,6%.

Tabel 5.
Hasil Rekapitulasi Nilai *Error* Pembelian CPO pada Perusahaan A oleh PT SWP

No	Metode	MAPE
1	Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.1$)	17%
2	Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.5$)	17%
3	Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.9$)	15%
4	Moving Average (L = 3)	20%
5	Moving Average (L = 5)	14%
6	Holt Winter's	4.4%

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai *error* yang telah dilakukan pada Tabel 5. dengan melakukan pemodelan pada metode *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan *Holt Winter's* maka nilai MAPE yang paling terkecil adalah 4,4%. Sehingga, peramalan yang akan dilakukan untuk kedua data pembelian CPO pada perusahaan A dan perusahaan B oleh PT SWP menggunakan metode *Holt Winter's* sebagai metode yang tepat.

3.6 Peramalan CPO untuk 12 Periode (Bulan) ke Depan

Setelah melakukan pemodelan dan merekapitulasi hasil MAPE sebagai acuan untuk memilih metode yang tepat, selanjutnya akan melakukan peramalan menggunakan metode *holt winter's* untuk 12 bulan kedepan. Peramalan selama 12 bulan kedepan dilakukan berdasarkan data yang didapatkan dan diolah hanya pada satu tahun terakhir atau tahun 2022. Hasil peramalan dapat dilihat sebagai berikut:

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
13	2780.08	2286.28	3273.88
14	2101.48	1599.94	2603.01
15	2351.29	1841.13	2861.45
16	2449.00	1929.37	2968.64
17	296.86	-233.05	826.76
18	364.55	-176.37	905.48
19	2936.87	2384.21	3489.54
20	1707.22	1142.16	2272.29
21	2487.99	1909.90	3066.08
22	1536.40	944.71	2128.09
23	1901.65	1295.81	2507.48
24	829.32	208.83	1449.80

Gambar 19 Peramalan pembelian CPO di Perusahaan A oleh PT SWP selama 12 periode (bulan)

Pada Gambar 19., dapat dilihat hasil peramalan CPO selama 12 bulan ke depan, maka diperoleh pada periode (bulan) 13 pembelian CPO sebesar 2,780.08 MT pada perusahaan A. Selanjutnya merupakan hasil peramalan untuk pembelian CPO di perusahaan B oleh PT SWP sebagai berikut:

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
13	4496.10	3928.37	5063.82
14	4617.37	4040.75	5194.00
15	6474.74	5888.21	7061.28
16	7387.31	6789.88	7984.74
17	4540.34	3931.10	5149.58
18	4554.74	3932.83	5176.66
19	4657.54	4022.14	5292.95
20	4694.14	4044.47	5343.80
21	5544.36	4879.73	6209.00
22	4696.44	4016.16	5376.71
23	4056.55	3360.01	4753.09
24	4007.16	3293.77	4720.54

Gambar 20 Peramalan pembelian CPO di Perusahaan B oleh PT SWP selama 12 periode (bulan)

Pada Gambar 20, dapat dilihat hasil peramalan CPO selama 12 periode (bulan), maka diperoleh pada periode (bulan) 13 pembelian CPO sebesar 4.496,10 MT pada perusahaan B.

Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa metode *Holt Winter's* merupakan metode yang tepat untuk meramalkan permintaan pembelian *Crude Palm Oil* (CPO) sebagai bahan baku dalam produksi olein dan stearin. Pemilihan metode ini didasarkan pada nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang lebih rendah dibandingkan dengan dua metode lainnya. Semakin kecil nilai MAPE, semakin baik metode tersebut untuk meramalkan permintaan.

Penggunaan metode *Holt Winter's* memberikan kelebihan dalam meramalkan data *time series* pembelian CPO karena dapat lebih baik mengakomodasi tren dan pola musiman dalam data tersebut daripada metode *Moving Average* atau *Single Exponential Smoothing*. Ini memungkinkan perusahaan untuk meramalkan perubahan yang mungkin terjadi dalam tren atau pola musiman data pembelian CPO.

Dalam penelitian ini, data dianggap memiliki pola musiman, sehingga metode *Holt Winter's* dianggap tepat. Dari 20 perusahaan yang menjadi subjek penelitian PT SWP dalam pembelian CPO, hanya 2 perusahaan, yaitu perusahaan A dan perusahaan B, dianggap sebagai sampel yang representatif karena konsisten dan berkontribusi signifikan terhadap volume pembelian CPO secara keseluruhan selama 12 bulan pada tahun 2022.

Hasil peramalan dengan metode *Holt Winter's* menunjukkan bahwa untuk perusahaan A, MAPE sebesar 8.6% dan pembelian CPO pada periode ke-13 diperkirakan sebesar 2.780,08 MT CPO. Sedangkan untuk perusahaan B, MAPE sebesar 4,4% dan pembelian CPO pada periode ke-13 diperkirakan sebesar 4.496,10 MT CPO.

Penelitian lain yang dilaporkan dalam teks tersebut juga menggunakan metode *Holt Winter's* untuk peramalan, dan hasilnya mencakup MAPE dan peramalan untuk berbagai

jenis permintaan, seperti suku cadang motor, persediaan obat, harga cabe rawit, produksi tebu, dan permintaan sayur brokoli. Dalam semua penelitian tersebut, metode *Holt Winter's* terpilih karena memberikan MAPE terkecil, yang menunjukkan tingkat akurasi peramalan yang baik.

Berdasarkan hasil analisis, adapun implikasi manajerial yang bermanfaat untuk perusahaan yaitu:

- Perencanaan produksi yang lebih efisien
Penelitian peramalan *crude palm oil* dapat membantu perusahaan dalam meramalkan pembelian kebutuhan *demand* masa depan untuk produk mereka dalam memproduksi olein dan stearin. Dengan informasi ini, perusahaan dapat merencanakan produksi dengan lebih akurat, menghindari kelebihan produksi atau kekurangan stok, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya mereka.
- Pengelolaan stok yang tepat
Dengan peramalan yang akurat, perusahaan dapat mengelola stok mereka dengan lebih baik. Mereka dapat menghindari akumulasi stok yang berlebihan yang dapat mengakibatkan biaya penyimpanan yang tinggi, atau kekurangan stok yang dapat mengganggu pasokan kepada pelanggan.
- Pengendalian biaya
Peramalan CPO dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi tren harga dan permintaan, sehingga mereka dapat merencanakan pembelian bahan baku dengan lebih efisien. Ini dapat membantu dalam mengendalikan biaya produksi dan memaksimalkan profitabilitas.
- Pengambilan keputusan yang lebih baik
Peramalan CPO juga membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik secara umum di mana menggunakan metode *holt winter's* sebagai metode yang dapat diaplikasikan dalam melakukan peramalan pembelian CPO. Agar peramalan dapat lebih akurat, perusahaan dapat menggunakan data tidak hanya dari periode satu tahun terakhir saja sehingga, perusahaan memiliki dasar yang lebih kuat untuk merencanakan strategi jangka panjang dan taktik operasional.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Setelah melakukan pemodelan data dengan menggunakan metode *single exponential smoothing*, *moving average*, dan *holt winter's*, maka metode yang tepat dalam melakukan peramalan permintaan pembelian *Crude Palm Oil* (CPO) oleh PT Steelindo Wahana

Perkasa di 2 perusahaan adalah menggunakan metode *Holt Winter's* karena nilai eror yang didapatkan pada MAPE terkecil di antara 2 metode lainnya yaitu 8,6% untuk data pembelian CPO di perusahaan A dan 4,4% pada data pembelian CPO di perusahaan A yang diartikan jika, nilai MAPE <10%, maka metode peramalan tersebut cukup baik untuk menggambarkan peramalan di masa depan.

2. Hasil peramalan dengan metode *Holt winter's* selama 12 periode ke depan didapatkan pada periode ke 13 untuk pembelian CPO di perusahaan A oleh PT SWP, perusahaan diprediksi akan membeli sebanyak 2.780,08 MT dan pembelian CPO di perusahaan B oleh PT SWP, pada periode 13 sebesar 4.496,10 MT.

Referensi

- [1] M. & T. Mawarni, "Perhitungan Perolehan Crude Palm Oil (CPO) Pada Proses Pemurnian Di Stasiun Klarifikasi Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PTPN II Pagar Merbau," *jurnal Ready Star*, vol. II, no. 1, pp. 85-89, 2019.
- [2] D. P. & E. R. Z. Dwi Hastuti, "Pemanfaatan CPO Asam Lemak Bebas Tinggi Sebagai Bahan Bakar," *Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink)*, vol. XI, no. 1, pp. 61-66, 2015.
- [3] H. d. P. Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2021, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2021.
- [4] E. S. & B. R. Reyhan Dzickrillah Laksmana, "Prediksi Penjualan Roti Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus : Harum Bakery)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. III, no. 5, pp. 4933-4941, 2019.
- [5] R. Rachman, "Penerapan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing Pada Peramalan Produksi Industri Garment," *Jurnal Informatika*, vol. V, no. 2, pp. 211-220, 2018.
- [6] D. R. & Yunita, "Peramalan Produksi Pempek Dengan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing," *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, vol. II, no. 1, pp. 131-140, 2022.
- [7] S. A. R. H. I. T. U. Sofiana, "Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Internasional Ahmad Yani Dengan Metode Holt Winter'S Exponential Smoothing Dan Metode Exponential Esmoothing Event Based," *Jurnal Gaussian*, vol. IX, no. 4, pp. 535-545, 2020.
- [8] M. A. Maricar, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ," *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, vol. XIII, no. 2, pp. 36-45, 2019.