

Penggunaan Beberapa Model Peramalan (Forecasting) untuk Produksi Gula Kristal Putih di PT. Perkebunan Nusantara X

Application of Several Forecasting Method on Refined Sugar Production at PT. Perkebunan Nusantara X

Immanuel Damanik, Ida Bagus Putu Gunadnya*, I Gusti Ngurah Apriadi Aviantara

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*e-mail: gunadnya@unud.ac.id

Abstrak

Peramalan adalah proses memperkirakan atau memprediksi apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu dan data saat ini, yang paling umum dengan analisis tren. Contoh peramalan yang sederhana adalah peramalan nilai suatu variabel pada beberapa waktu yang akan datang. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui pola historis data produksi gula, (2) untuk mengetahui model peramalan yang digunakan dan menentukan model peramalan terbaik dan validitas model, dan (3) melakukan peramalan produksi gula beberapa bulan kedepan dengan menggunakan model peramalan yang valid. Metode penelitian ini menggunakan data sekunder dari PT. Perkebunan Nusantara X dan proses pengolahan data menggunakan Microsoft Excel. Berdasarkan hasil dari analisis, exponential smoothing menggunakan $\alpha = 0.8$ merupakan model peramalan terbaik. Bila dibandingkan model peramalan moving average 2 periode dan double exponential smoothing dengan $\alpha = 0.8$. Uji keakuratan dari exponential smoothing $\alpha = 0.8$ menunjukkan nilai MAD = 1.096, MSE = 2.818.871, dan MAPE = 34%. Pada uji validitas model peramalan, model ini memiliki nilai MAD = 1,025, MSE = 2,113,927, MAPE = 22%. Hasil peramalan produksi untuk 6 periode kedepan adalah R1 = 5,106, R2 = 5,047, R3 = 5,035, R4 = 5,032, R5 = 5,032, R6 = 5,032

Kata kunci: *model peramalan, moving average, double exponential smoothing, uji keakuratan*

Abstract

Forecasting is the process of making a future prediction based on the present and past data using trend analysis. The purpose of this study was (1) to know historical pattern of refined sugar production, (2) to know what are the forecasting models that be used for prediction, (3) to get the best forecasting model by using accuracy test. This study use secondary data from PT Perkebunan Nusantara X and processing data by using Microsoft Excel. Based on analysis results exponential smoothing by using $\alpha = 0.8$ is the best model. As comparison by using moving average with 2 period and double exponential smoothing with $\alpha = 0.6$. The accuracy test of exponential smoothing $\alpha = 0.8$ showing with value MAD = 2, MSE = 9, and MAPE = 36%. On validity test of forecasting models, exponential smoothing had showing value MAD = 1,025, MSE = 2,113,927, MAPE = 22%. Results of forecasting production with 6 period on the future is R1 = 5,106, R2 = 5,047, R3 = 5,035, R4 = 5,032, R5 = 5,032, R6 = 5,032.

Keywords: *forecasting models, moving average, double exponential smoothing, accuracy test*

PENDAHULUAN

Menurut Sugiyanto (2007) gula adalah salah satu pemegang peranan penting dan merupakan komoditas strategis pada bidang pertanian terlebih lagi untuk sub sektor perkebunan pada perekonomian nasional. Gula juga merupakan komoditas penting pada perekonomian Indonesia karena termasuk pada golongan bahan pokok untuk dikonsumsi sehari-hari oleh seluruh lapisan masyarakat. Kebutuhan gula bagi masyarakat dan perusahaan cukup tinggi, hal ini tercermin pada data kebutuhan gula di Indonesia yang dimana tahun 2017 memperoleh 5,7 juta ton, menurun 1,38 persen dari periode setahun yang lampau. Hasil ini terbagi menjadi gula untuk kegiatan

industri sejumlah 2,8 juta ton dan gula untuk kegunaan rumah tangga 2,9 juta ton (Kemenperin, 2017). Perkembangan positif di sektor industri pangan dan minuman menyebabkan permintaan gula industri diperkirakan meningkat.

Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman (GAPMMI) memperkirakan industri *food and beverages* pada tahun 2017 bisa meningkat 8 persen. Pembuatan gula dalam negeri saat ini diperkirakan hanya memperoleh 2,2 ton, sedangkan permintaan mencapai 5,7 juta ton. Sehingga diperlukan produksi gula tambahan kira-kira 2,5-3 juta ton gula impor setiap tahun. Pada tahun 2016, kebutuhan gula impor terbesar diterima dari Brasil dan Thailand, yakni

hingga 75 persen dari jumlah impor gula dalam negeri (IUMS, 2017).

Menurut Putra (2010) masalah fundamental pada proses perancangan dan perencanaan produksi yaitu ketidakakuratan sebuah ramalan. Dampak tersebut akan mempengaruhi tingginya level permintaan dan kebutuhan atau persediaan di pasar. Dalam melakukan peramalan ada beberapa metode yang pada umumnya digunakan suatu perusahaan dalam merencanakan usahanya. Rata-rata bergerak (*moving average*), pemulusan/penghalusan eksponensial (*exponential smoothing*), dan *double exponential smoothing*. Seluruh metode ini membutuhkan data runtut beberapa tahun sebelumnya. Oleh karena itu, sejarah data dari suatu perusahaan sangat dibutuhkan dalam melakukan peramalan.

PTPN X Jawa Timur adalah suatu badan usaha yang dimiliki Kementerian BUMN untuk memproduksi gula. PTPN X mengelola 8 pabrik gula dan salah satunya adalah PG (Pabrik Gula) Kremboong yang berlokasi di Kabupaten Sidoarjo yang memiliki kapasitas giling 2.500 TCD (ton cranes per day). PG Kremboong sebagai perusahaan milik negara pengelola perusahaan diwajibkan membuat target-target produksi untuk beberapa tahun kedepan. Oleh karena itu, dengan melakukan peramalan produksi yang tepat, perusahaan ini akan dapat membuat target yang kemungkinan besar akan dapat direalisasikan oleh pengelola perusahaan.

Pada penelitian ini hasil yang ingin didapatkan yaitu untuk mengetahui pola historis produksi gula, mengetahui model peramalan yang akan digunakan serta memilih metode peramalan yang tepat sehingga memungkinkan PG Kremboong membuat perencanaan produksi gula dengan baik.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

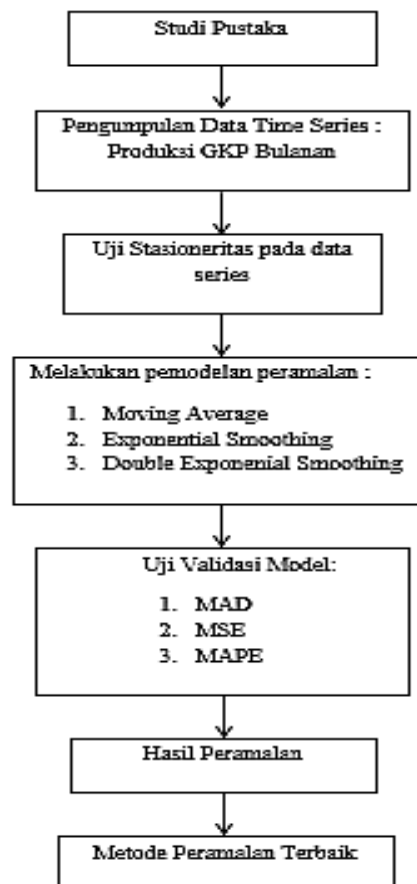
Penelitian ini dilaksanakan di Jl Raya Kampus Unud Gedung GA Fakultas Teknologi Pertanian, Jimbaran, Kuta Selatan, Bali pada bulan Oktober 2018.

Jenis Data

Untuk penelitian ini data yang dipakai peneliti yaitu data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapatkan melalui pihak lain, dari subjek penelitiannya tidak secara langsung diterima oleh peneliti. Data tersebut juga dapat dikatakan sebagai data tangan kedua. Data tersebut merupakan data series hasil produksi gula kristal putih dalam periode mingguan yang diperoleh dari arsip PT Perkebunan Nusantara X PG Kremboong.

Prosedur Penelitian

Proses untuk pengolahan data yang digunakan adalah meramalkan tingkat kebutuhan produk untuk periode yang akan datang dengan menggunakan data pada masa lampau (Gambar 1). Tahapan yang wajib untuk menggunakan suatu model runtut waktu (*time series*) yakni melalui pertimbangan jenis pola, sehingga model yang terlihat presisi pada pola data ini bisa dilakukan pengujian. Pengusutan pola pada data bisa dilaksanakan melalui observasi tampilan melalui grafik pada data yakni dengan plot data *time series* (Assauri, 1984).



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Kalibrasi Model

Kalibrasi dilakukan untuk melakukan penyesuaian terhadap koefisien model, yaitu dengan menggunakan 70% dari jumlah data runtut waktu. Dimana untuk parameter ketepatan model menggunakan MAD, MSE, dan MAPE.

Validasi Model

Validasi dilakukan untuk menguji validitas model dengan menggunakan nilai-nilai koefisien hasil kalibrasi model. Dengan menggunakan 30% data dari parameter untuk memvalidasi model (MAD, MSE, dan MAPE). Dari masing-masing model yang memi-

liki nilai error terkecil dari MAD dan MSE merupakan model yang valid serta melihat ukuran dari nilai persentase MAPE untuk mengetahui klasifikasi (baik atau tidaknya) suatu model.

Model rata-rata bergerak tunggal (*Moving Average*)

Menurut Render (2005) di dalam Wibowo (2010) rumus yang digunakan untuk model *single moving average* adalah dibawah ini:

$$\text{Rata-rata bergerak} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_t \quad [1]$$

Keterangan:

A_t = Data aktual periode $-t$ (minggu)

n = Total periode pada rata-rata bergerak tunggal

Exponential Smoothing

Rumus perhitungan dengan model penghalusan exponential (Rakhman & Puspitasari, 2017) :

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \quad [2]$$

Keterangan:

F_{t+1} = Nilai ramalan untuk satu masa mendatang

Y_t = Nilai aktual pada periode ke- t

F_t = Nilai ramalan pada periode ke- t

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

Double Exponential Smoothing

Menurut Makridakis, dkk (2003) rumus yang digunakan pada metode ini yaitu:

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) A_{t-1} \quad [3]$$

$$A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) A'_{t-1} \quad [4]$$

$$a_t = 2 A_t - A'_t \quad [5]$$

$$b_t = \alpha / (1 - \alpha) [A_t - A'_t] \quad [6]$$

$$Y_{t+p}^{\wedge} = a_t + b_t(p) \quad [7]$$

Dimana:

A_t = *value* penghalusan eksponensial

A'_t = *value* penghalusan eksponensial ganda

α = konstanta penghalusan

a_t = perbedaan antara nilai-nilai pemulusan eksponensial

b_t = faktor penyesuai tambahan = pengukuran slope suatu kurva

Y_t = *value* aktual di periode t

Uji Ketepatan Model

Mean Absolute Deviation

Mean absolute deviation yaitu rata-rata *error* absolut pada masa periode tertentu dengan tidak menghiraukan bagaimana nilai ramalan lebih kecil atau besar dibanding dari aktualnya. MAD dirumuskan secara sistematis (Rakhman & Puspitasari, 2017):

$$\text{MAD} = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n} \quad [8]$$

Keterangan:

A_t = nilai aktual pada periode $-t$

F_t = Peramalan permintaan pada periode $-t$

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Mean Square Error

MSE adalah suatu model alternatif, pada sejumlah model peramalan, pendekatan ini diperlukan dikarenakan teknik ini memperoleh error yang sangat besar. *Mean square error* diperoleh melalui menjumlahkan kuadrat semua *error* peramalan di setiap periode kemudian membaginya dengan total periode peramalan. MSE secara sistematis dituliskan sebagai berikut (Sungkawa & Megasari, 2011) :

$$\text{MSE} = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n} \quad [9]$$

Keterangan:

A_t = Permintaan aktual di periode $-t$

F_t = Peramalan permintaan di periode $-t$

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Mean Absolute Percentage Error

MAPE yaitu suatu tolak ukur kesalahan relatif dan menghasilkan persentase kesalahan hasil pada peramalan terhadap permintaan aktual di masa periode tertentu yang kemudian menghasilkan nilai persentase kesalahan rendah atau tinggi. MAPE dirumuskan sebagai berikut (Sungkawa & Megasari, 2011) :

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n} \left(\frac{\sum |A_t - F_t|}{n} \right) \quad [10]$$

Keterangan:

A_t = Permintaan Aktual pada periode $-t$

F_t = Peramalan Permintaan pada periode $-t$

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Pola Produksi Gula Kristal Putih

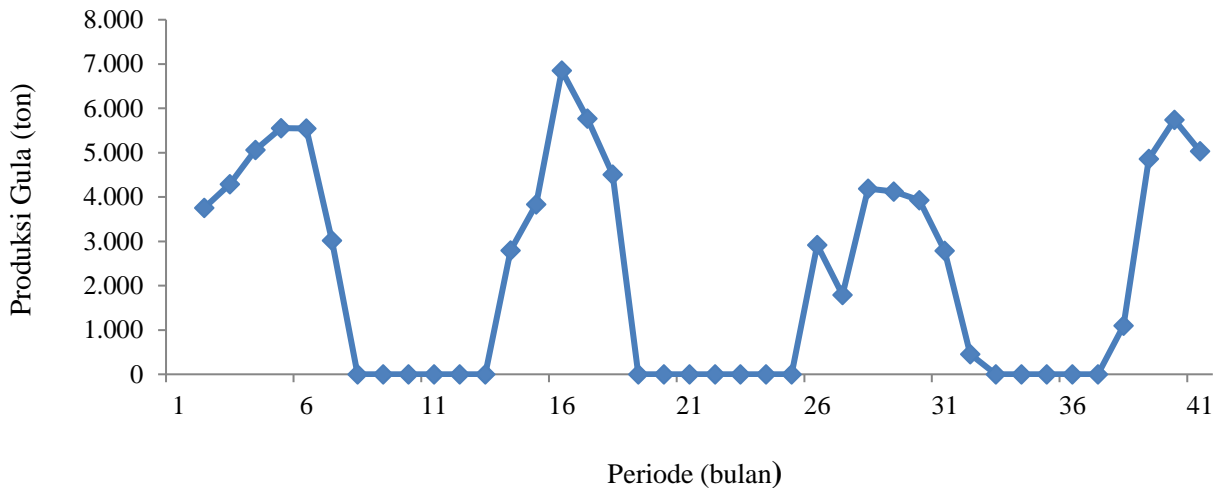
Peramalan adalah hal yang harus dilakukan perusahaan agar dapat merencanakan jumlah produk yang diproduksi pada periode yang akan datang (Gaspersz 2005). Data historis penjualan periode sebelumnya digunakan untuk meramalkan penjualan periode berikutnya (periode didalam penelitian ini adalah bulanan). Identifikasi pola data historis dilakukan dengan mengamati data yang disajikan dalam bentuk grafik yaitu dengan plot data time series. Pada penelitian ini produk yang diteliti yaitu Gula Kristal Putih, dengan menggunakan data pada tahun 2014 sampai 2017.

Tabel 1. Data produksi bulanan Gula Kristal Putih di PG Kremboong PT Perkebunan Nusantara X.

Tahun	No	Bulan	Data GKP
2014	1	6	3,757
	2	7	4,288
	3	8	5,065
	4	9	5,558
	5	10	5,550
	6	11	3,020
	7	12	0
2015	8	1	0
	9	2	0
	10	3	0
	11	4	0
	12	5	0
	13	6	2,798
	14	7	3,835
	15	8	6,852
	16	9	5,769
	17	10	4,509
	18	11	0
	19	12	0
2016	20	1	0
	21	2	0
	22	3	0
	23	4	0
	24	5	0
	25	6	2,918
	26	7	1,795
	27	8	4,186
	28	9	4,124
	29	10	3,929
	30	11	2,785
	31	12	458
2017	32	1	0
	33	2	0
	34	3	0
	35	4	0
	36	5	0
	37	6	1,096
	38	7	4,858
	39	8	5,742
	40	9	5,032

Sebagai ilustrasi untuk memahami pola permintaan gula yang diteliti dipergunakan data penjualan periode mingguan dari tahun 2014 hingga 2017. Pola penjualan gula pada periode mingguan pada tahun 2014 sampai dengan 2017 disajikan pada gambar 2. Pada gambar 2, grafik dari data aktual menunjukkan bahwa pola berbentuk stasioner. Terlihat pola historis produksi gula pada tahun 2014 sampai dengan 2017

mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu, yaitu bahwa data menunjukkan ketidaktetapan hasil produksi, tidak menunjukkan adanya pola trend, tidak dipengaruhi musim, dan tidak memiliki siklus. Data penjualan tertinggi terjadi pada tahun 2014 yaitu 27,447 ton. Sedangkan data penjualan terendah terjadi pada tahun 2017 yaitu 18,815 ton.



Gambar 2. Pola historis Gula Kristal Putih pada tahun 2014 sampai dengan 2017.

Uji Stasioneritas

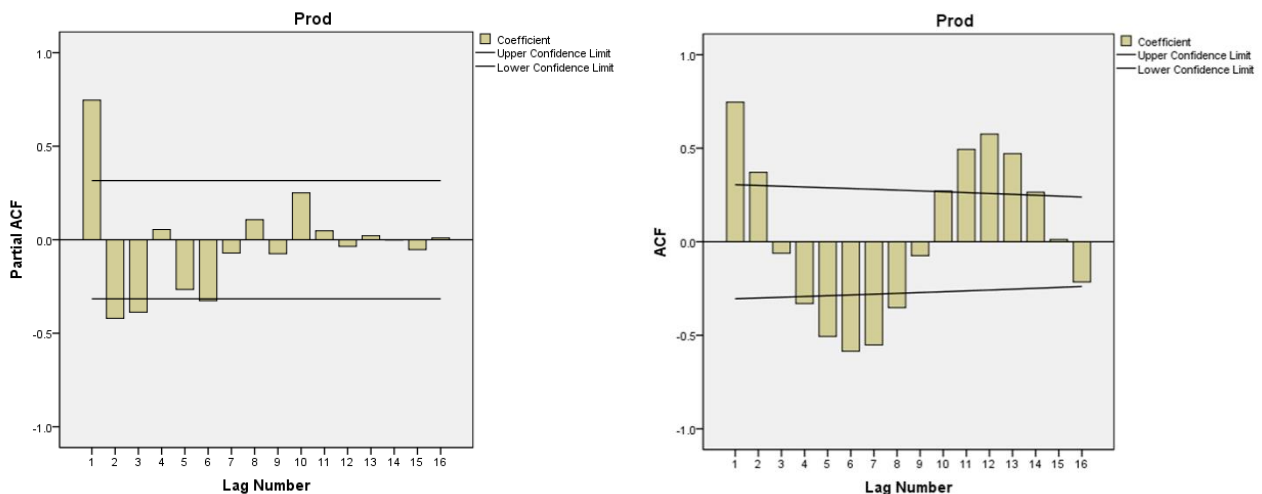
Dari gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa pola belum berbentuk stasioner, maka perlu dilakukan kestasioneran pada data series. Namun belum diketahui data tidak stasioner terhadap varians atau terhadap rata-rata/mean. Dalam hal ini peneliti menggunakan software SPSS 18 untuk melihat korelogram. Pada hasil output SPSS di atas diketahui bahwa data belum stasioner terhadap rata-rata dan varians, sehingga perlu dilakukan differencing.

Dilihat dari Gambar 5 korelogram ACF dan PACF dari differencing orde 1, menunjukkan tidak stasioner dalam rata-rata. Dilihat dari lag ke 3 dan selanjutnya

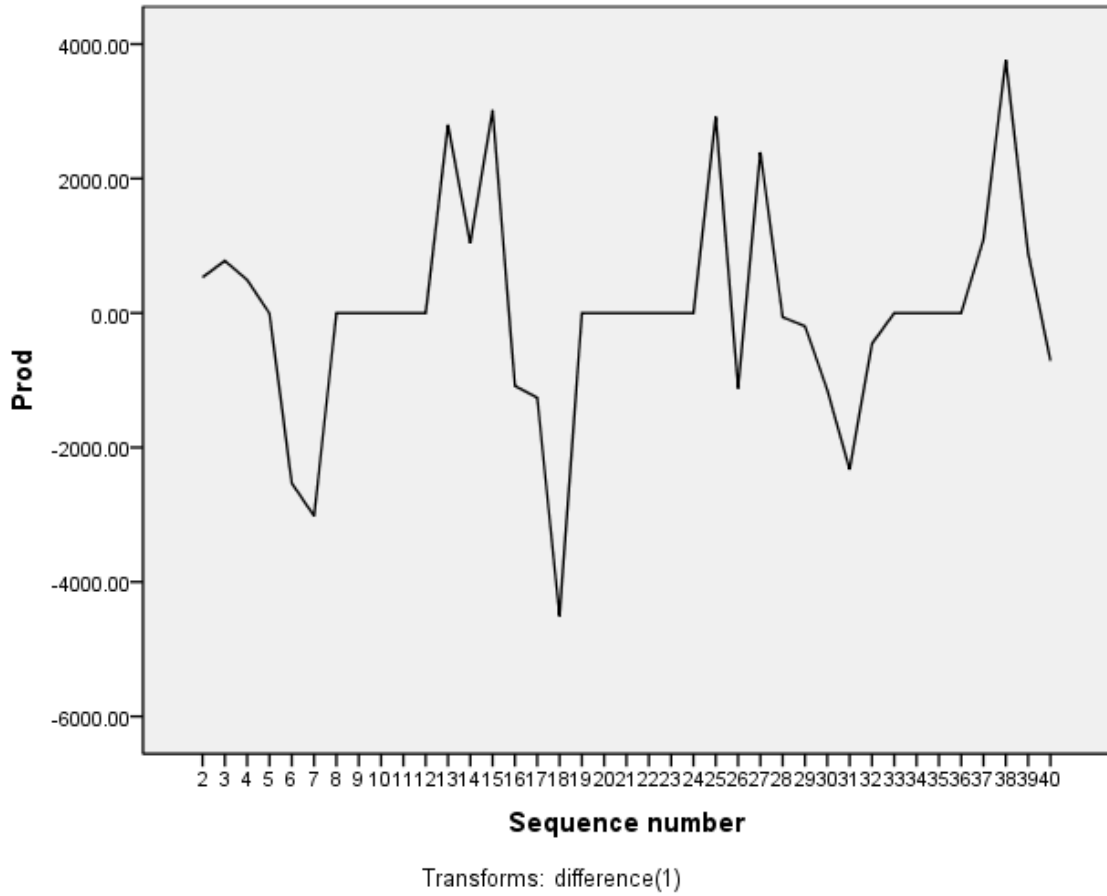
turun dengan cepat, maka perlu dilakukan differencing orde 2.

Dari Gambar 6, differencing orde 2 terlihat lebih baik dari differencing orde 1. Namun belum terlihat signifikan pada lag terakhir, maka perlu dilakukan differencing orde 3 dengan upaya agar lebih signifikan disetiap lag nya.

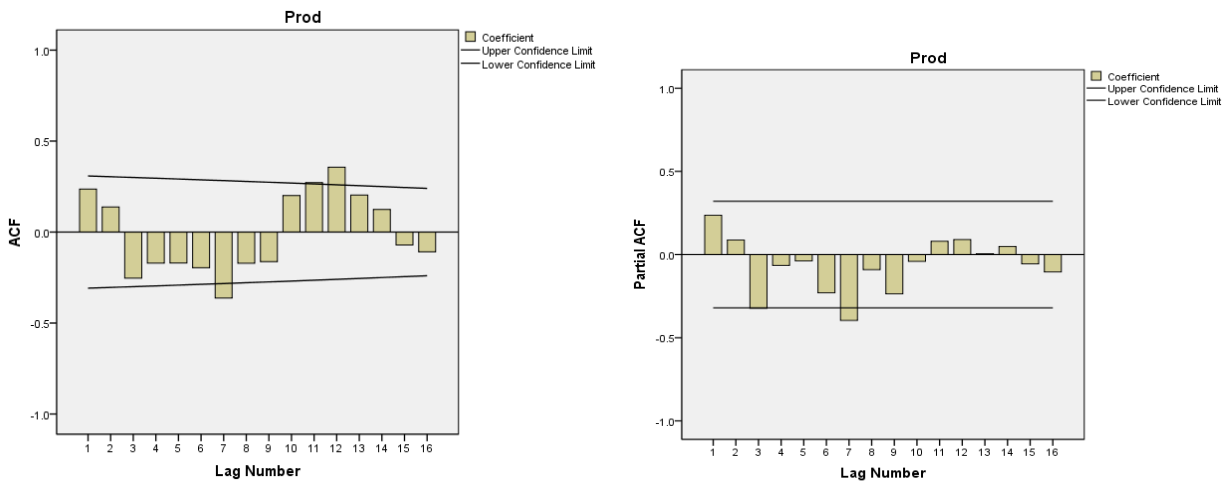
Dari gambar 7, diketahui differencing orde 3 bahwa pola dari ACF dan PACF sudah signifikan disetiap lag nya. Dari hasil ini maka data dapat dinyatakan sudah stasioner terhadap varian, juga sudah stasioner terhadap rata-rata. Maka data dapat dilanjutkan untuk pemodelan.



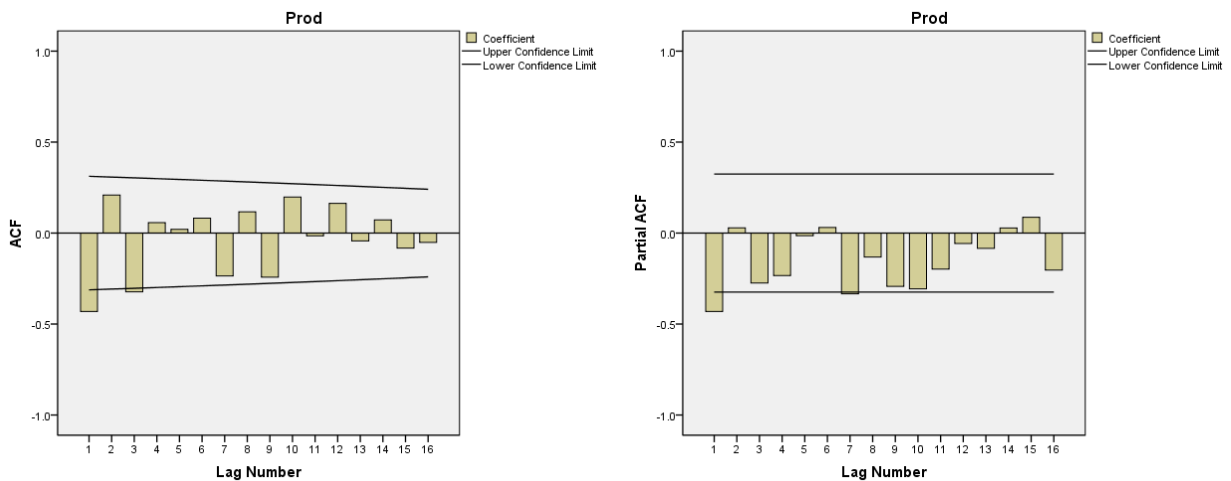
Gambar 3. Korelogram ACF dan PACF



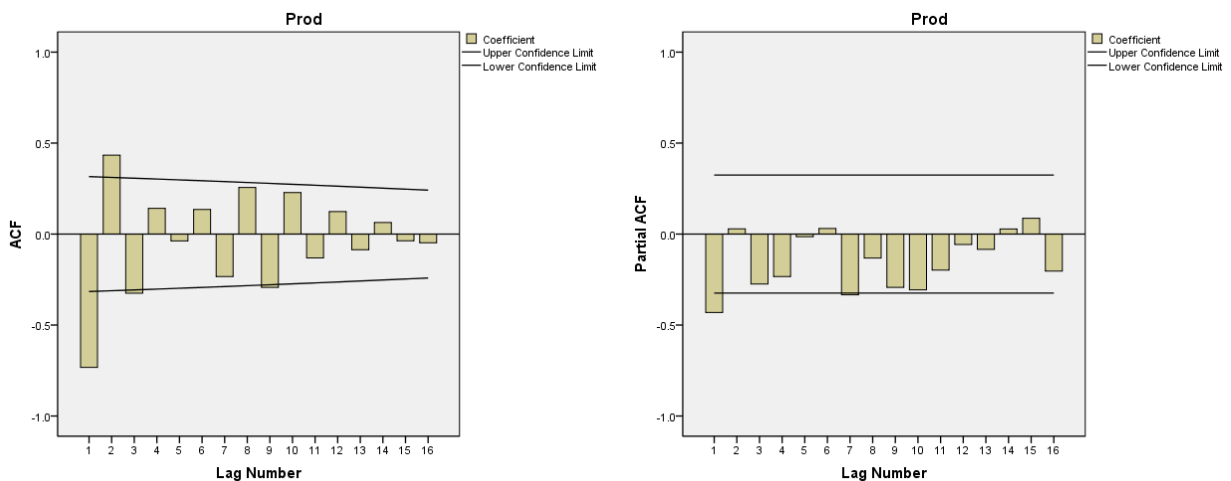
Gambar 4. Grafik *differencing* orde 1



Gambar 5. Korelogram ACF dan PACF *differencing* orde 1.



Gambar 6. Korelogram ACF dan PACF differencing orde 2.



Gambar 7. Korelogram ACF dan PACF differencing orde 3

Model Peramalan

Dari pola historis yang disajikan pada gambar 2 dan setelah dilakukannya Uji Stasioner dan *Differencing*, maka pemodelan ramalan yang digunakan untuk perbandingan analisis model peramalan yaitu *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan parameter dari Brown.

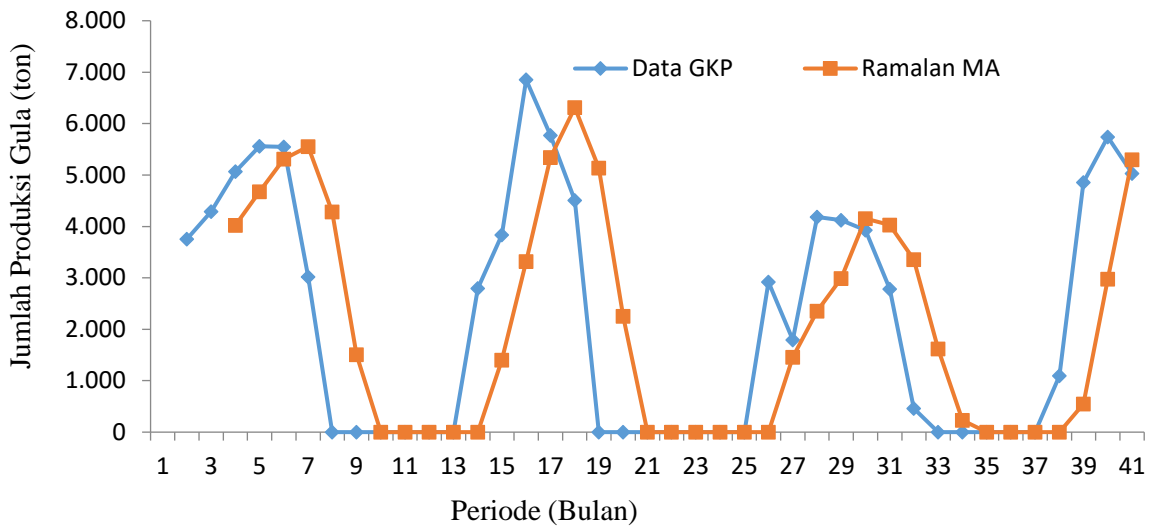
Model peramalan Moving Average

Hasil peramalan produksi gula dengan moving average disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2, terdapat empat puluh data aktual yang digunakan untuk perencanaan produksi dengan menggunakan model peramalan moving average 2 periode. Dapat diketahui dengan menggunakan model moving average dengan 2 periode adalah yang terbaik dibandingkan dengan periode yang lainnya.

Tabel 2. Hasil peramalan produksi gula pada tahun 2014 sampai dengan 2017 dengan moving average beberapa periode.

Periode	MAD	MSE	MAPE
2	1,244	3,589,576	37%
3	1,564	4,966,909	41%
4	1,811	6,018,359	43%
5	2,030	6,792,550	42%
6	2,173	7,263,476	42%

Rata-rata tingkat kesalahan yang dihasilkan pada model moving average 2 periode yaitu (MAD = 1,244), (MSE = 3,589,576), (MAPE = 37%). Perbandingan data aktual dengan data ramalan menggunakan metode moving average 2 periode disajikan pada gambar 3.



Gambar 8. Perbandingan data aktual dengan data peramalan moving average 2 periode

Gambar 8 menunjukkan perbandingan fluktuasi data aktual dan ramalan gula kristal putih menggunakan peramalan model moving average. Dimana hasil yang diperoleh pada gambar 3 menunjukkan peramalan yang baik karena dapat mengikuti fluktuasi data aktual.

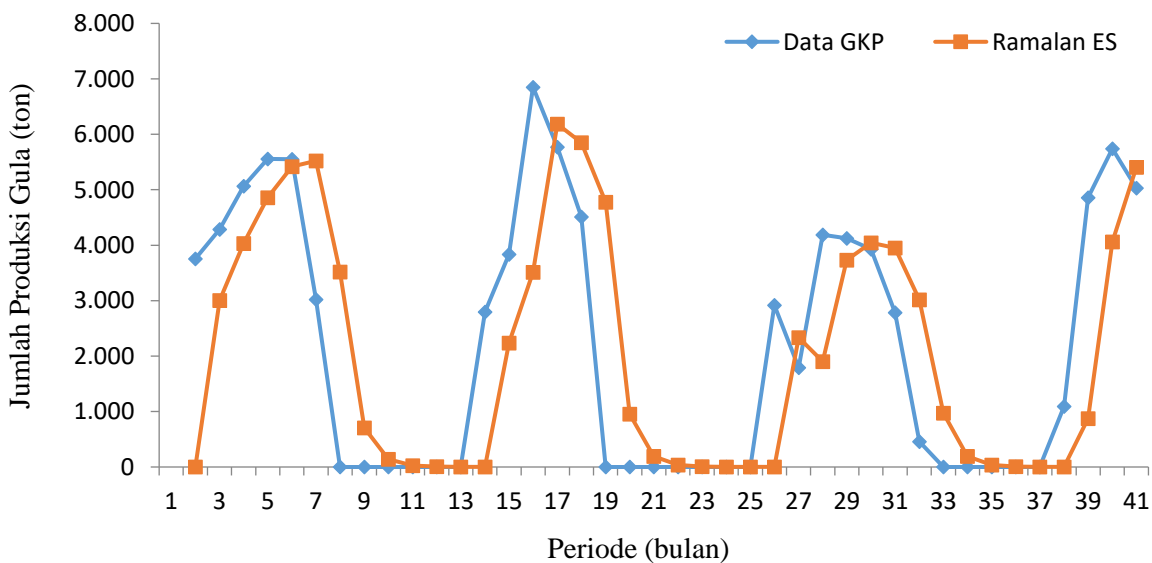
Model peramalan Exponential Smoothing

Hasil peramalan produksi gula dengan exponential smoothing disajikan pada tabel 3. Terdapat empat puluh data aktual yang digunakan untuk meramalkan penjualan pada tahun 2018 dengan menggunakan model exponential smoothing dengan nilai $\alpha = 0.8$. Dimana dengan menggunakan $\alpha = 0.8$ merupakan nilai alpha yang terbaik dengan rata-rata tingkat kesalahan yang dihasilkan yaitu (MAD = 1,096), (MSE = 2,818,871), (MAPE = 34%).

Tabel 3. Hasil peramalan produksi gula pada tahun 2014 sampai dengan 2017 dengan exponential smoothing menggunakan beragam nilai alpha (α).

$\alpha =$	MAD	MSE	MAPE
0.1	2,185	6,194,369	38%
0.2	2,107	5,805,771	39%
0.4	1,746	4,674,438	40%
0.6	1,342	3,558,064	37%
0.8	1,096	2,818,871	34%

Perbandingan data aktual dengan data ramalan menggunakan metode exponential smoothing ($\alpha = 8$) disajikan pada gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan data aktual dengan data peramalan exponential smoothing ($\alpha = 8$)

Gambar 9, menunjukkan perbandingan fluktuasi data aktual dan ramalan gula kristal putih menggunakan peramalan model exponential smoothing ($\alpha = 8$). Dimana hasil yang diperoleh pada gambar 4 menunjukkan peramalan yang baik karena dapat mengikuti fluktuasi data aktual.

Model peramalan Double Exponential Smoothing (parameter Brown)

Hasil peramalan produksi gula dengan exponential smoothing disajikan pada tabel 3.

Tabel 4. Hasil peramalan produksi gula pada tahun 2014 sampai dengan 2017 dengan double exponential smoothing menggunakan beberapa nilai α .

$\alpha =$	MAD	MSE	MAPE
0.2	1,786	5,376,215	44%
0.4	1,478	3,988,820	42%
0.6	1,371	3,115,415	37%
0.8	1,327	3,002,054	34%

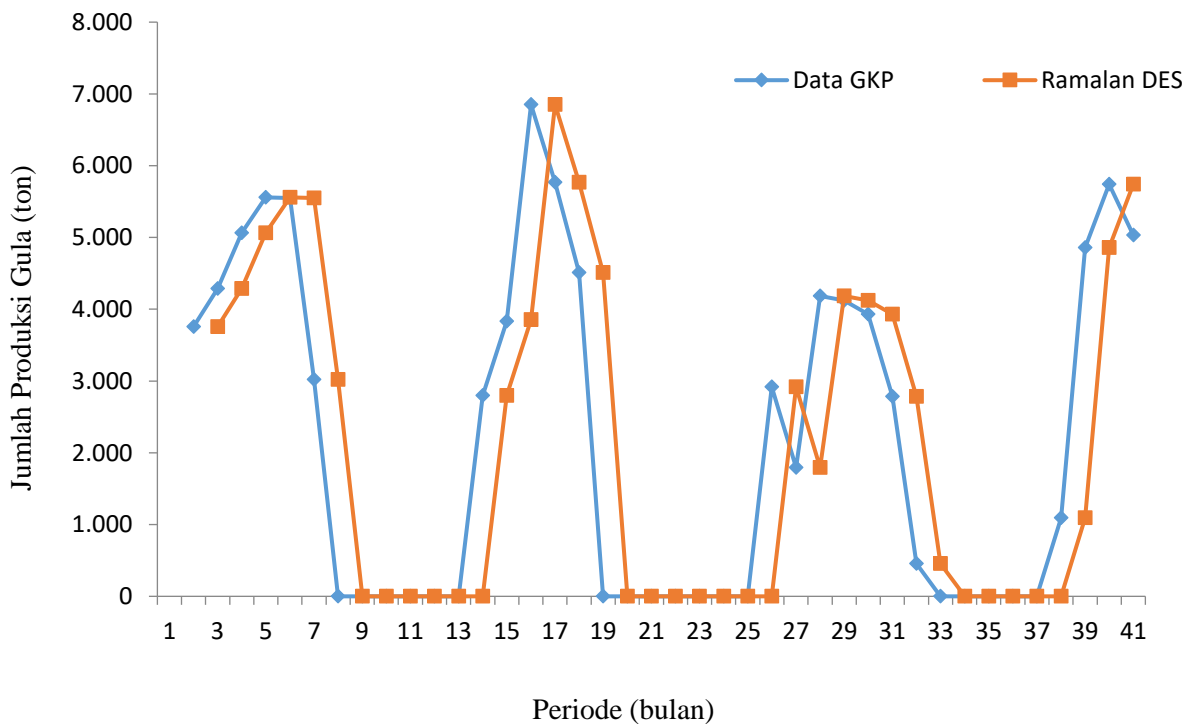
Pada tabel 4 terdapat empat puluh data aktual yang digunakan untuk meramalkan penjualan pada tahun 2018 menggunakan model double exponential

smoothing parameter dari Brown dengan nilai alpha ($\alpha = 0,8$). Dari tabel 3 diketahui nilai $\alpha = 0,8$ merupakan nilai alpha yang terbaik. Rata-rata tingkat kesalahan yang dihasilkan yaitu (MAD = 1,327), (MSE = 3,002,054), (MAPE = 34%). Perbandingan data aktual dengan data ramalan menggunakan metode exponential smoothing ($\alpha = 0,8$) disajikan pada gambar 10.

Gambar 10 menunjukkan perbandingan fluktuasi data aktual dan ramalan gula kristal putih menggunakan peramalan model exponential smoothing dengan parameter brown($\alpha = 0,8$). Dimana hasil yang diperoleh pada gambar 5 menunjukkan peramalan yang baik karena dapat mengikuti fluktuasi data aktual.

Validasi Model

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui apakah peramalan dari setiap model dapat dikatakan valid atau tidak. Jika suatu model dinyatakan valid, maka model tersebut dapat dilakukan peramalan, tetapi jika model dinyatakan tidak valid maka pemodelan tidak dapat dilanjutkan untuk peramalan ke periode selanjutnya. Ukuran suatu model dikatakan valid adalah jika 30% data dari pemodelan memiliki nilai MAD, dan MSE yang lebih kecil dan memiliki nilai MAPE kurang dari 50% (cukup baik).



Gambar 10. Perbandingan data aktual dengan peramalan exponential smoothing parameter Brown ($\alpha = 0,8$)

a. Uji validasi pada model MA

Tabel 5. Hasil Uji Validasi pada Model Moving Average 2 Periode

Tahun	No	Bulan	Data GKP	Ramalan MA	Error	MAD	MSE	MAPE
2014	1	8	5,065	4,022	1,043	1,043	1,087,797	21
	2	9	5,558	4,677	881	881	775,914	16
	3	10	5,550	5,311	239	239	56,935	4
2015	4	7	3,835	1,399	2,436	2,436	5,932,147	64
	5	9	5,769	5,343	425	425	180,778	7
	6	10	4,509	6,310	-1,801	1,801	3,244,574	40
2016	7	7	1,795	1,459	336	336	112,560	19
	8	9	4,124	2,990	1,133	1,133	1,284,256	27
	9	10	3,929	4,155	-226	226	50,963	6
2017	10	7	4,858	548	4,310	4,310	18,571,790	89
	11	8	5,742	2,977	2,765	2,765	7,643,843	48
	12	9	5,032	5,300	-268	268	71,770	5
Jumlah						15,861	39,013,327	346
Rata-rata						1,322	3,251,111	28%

Dari tabel pemodelan diatas diperoleh nilai ($MAD = 1,322$), ($MSE = 3,251,111$) dan ($MAPE = 28\%$). Maka pemodelan Moving Average dengan menggunakan 2 periode dapat dikatakan valid, karena memiliki nilai MAD, dan MSE yang kecil dan masuk pada kriteria MAPE yang sama pada pemodelan yaitu 20%-50% (cukup baik).

b. Uji Validasi pada model ES

Tabel 6. Hasil Uji Validasi pada Model Exponential Smoothing dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,8$.

Tahun	No	Bulan	Data GKP	Ramalan ES ($\alpha=0.1$)	Error	MAD	MSE	MAPE
2014	1	8	5,065	4,031	1,034	1,034	1,068,789	20
	2	9	5,558	4,859	699	699	488,579	13
	3	10	5,550	5,418	132	132	17,502	2
2015	4	7	3,835	2,238	1,596	1,596	2,547,711	42
	5	9	5,769	6,185	-416	416	173,227	7
	6	10	4,509	5,852	-1,343	1,343	1,802,954	30
2016	7	7	1,795	2,334	-540	540	291,505	30
	8	9	4,124	3,729	394	394	155,396	10
	9	10	3,929	4,045	-116	116	13,377	3
2017	10	7	4,858	877	3,981	3,981	15,845,478	82
	11	8	5,742	4,061	1,680	1,680	2,822,829	29
	12	9	5,032	5,405	-374	374	139,782	7
Jumlah						12,305	25,367,130	275
Rata-rata						1,025	2,113,927	22%

Dari tabel pemodelan diatas diperoleh nilai ($MAD = 1,025$), ($MSE = 2,113,927$) dan ($MAPE = 22\%$). Maka pemodelan Moving Average dengan menggunakan 2 periode dapat dikatakan valid, karena memiliki nilai MAD, dan MSE yang kecil dan masuk pada kriteria MAPE yang sama pada pemodelan yaitu 20%-50% (cukup baik).

c. Uji validasi pada model DES

Tabel 7. Hasil Uji Validasi pada Model Double Exponential Smoothing parameter Brown dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,8$.

Tahun	No	Bulan	Data GKP	Ramalan DES	Error	MAD	MSE	MAPE
2014	1	8	5,065	4,607	459	459	210,387	9
	2	9	5,558	5,680	-123	123	15,087	2
	3	10	5,550	6,117	-567	567	321,714	10
2015	4	5	0	-22	22	22	485	
	5	7	3,835	4,476	-641	641	410,827	17
	6	8	6,852	5,240	1,612	1,612	2,599,590	24
2016	7	3	0	-119	119	119	14,161	
	8	9	4,124	5,563	-1,440	1,440	2,072,404	35
	9	10	3,929	4,727	-798	798	636,453	20
2017	10	7	4,858	1,752	3,105	3,105	9,643,950	64
	11	8	5,742	7,421	-1,679	1,679	2,820,439	29
	12	9	5,032	7,421	-2,390	2,390	5,711,552	47
Jumlah						12,955	24,457,049	258
Rata-rata						1,080	2,038,087	21%

Dari tabel pemodelan diatas diperoleh nilai ($MAD = 1,080$), ($MSE = 2,038,087$) dan ($MAPE = 21%$). Maka pemodelan Moving Average dengan menggunakan 2 periode dapat dikatakan valid, karena memiliki nilai MAD, dan MSE yang kecil dan masuk pada kriteria MAPE yang sama pada pemodelan yaitu 20%-50% (cukup baik).

Pemilihan Model Peramalan Terbaik

model peramalan yang terbaik adalah model yang memiliki tingkat kesalahan MAD, MSE, dan MAPE terkecil. Model peramalan dengan nilai kesalahan

terkecil yang digunakan untuk meramalkan produksi gula kristal putih. Perbandingan nilai kesalahan pada masing-masing model disajikan pada Tabel 7.

Tabel 8. Hasil Peramalan untuk tahun 2018 dengan menggunakan Model MA, ES, dan DES.

Model	Nilai Ramalan Tahun 2018 6 Periode						Nilai Error		
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	MAD	MSE	MAPE
MA	5,387	5,209	5,298	5,253	5,276	5,265	1,244	3,589,576	37%
ES	5,106	5,047	5,035	5,032	5,032	5,032	1,096	2,818,871	34%
DES	5,210	5,294	5,377	5,460	5,544	5,627	1,327	3,002,054	34%

Pada tabel 8 telah diketahui bahwa model peramalan exponential smoothing dengan menggunakan nilai ($\alpha = 0.8$) adalah model peramalan terbaik. Dengan rata-rata tingkat kesalahan yang dihasilkan yaitu ($MAD = 1,096$), ($MSE = 2,818,871$), ($MAPE = 34%$). Meskipun nilai MAPE antara Model Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing memiliki nilai yang sama, namun Exponential Smoothing memiliki nilai MAD dan MSE yang lebih kecil daripada Model Double Exponential Smoothing. Hasil ini tergolong pada batas yang diperbolehkan untuk nilai kesalahan peramalan yakni pada batas 20%-50%. Nilai yang ditunjukkan untuk evaluasi ini, menginterpretasikan kemampuan peramalan

seperti yang ditampilkan pada kriteria MAPE di Tabel 9 (Chang, Wang, & Liu, 2007).

Tabel 9. Kriteria MAPE

Nilai MAPE	Keterangan
< 10%	Hasil ramalan sangat baik
10% - 20%	Hasil ramalan baik
20% - 50%	Hasil ramalan cukup
>50%	Hasil ramalan buruk

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diketahui beberapa kesimpulan yang diperoleh, diantaranya yaitu Model peramalan moving

average dengan menggunakan rata-rata 2 periode adalah periode yang terbaik dibandingkan dengan periode lainnya. Dalam hal ini peneliti menggunakan 2 periode, 3 periode, 4 periode, 5 periode, dan 6 periode. Nilai keakuratan moving average 2 periode yang dihasilkan yaitu (MAD = 1,244), (MSE = 3,589,576), (MAPE = 37%). Model peramalan exponential smoothing dengan menggunakan nilai alpha ($\alpha = 0.8$) merupakan nilai alpha terbaik dibandingkan dengan nilai alpha lainnya. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan nilai alpha ($\alpha = 0.1$), ($\alpha = 0.2$), ($\alpha = 0.4$), ($\alpha = 0.6$), ($\alpha = 0.8$). Dimana dengan menggunakan $\alpha = 0.8$ menghasilkan nilai keakuratan (MAD = 1,096), (MSE = 2,818,871), (MAPE = 34%). Model peramalan double exponential smoothing parameter dari Brown dengan menggunakan nilai alpha ($\alpha = 0.8$) adalah yang terbaik dari nilai alpha lainnya, yaitu ($\alpha = 0.2$), ($\alpha = 0.4$), ($\alpha = 0.6$), ($\alpha = 0.8$). Nilai keakuratan double exponential smoothing parameter dari brown dengan nilai $\alpha = 0.8$ yang dihasilkan yaitu (MAD = 1,327), (MSE = 3,002,054), (MAPE = 34%). Bahwa nilai MAPE pada ketiga model peramalan masih dalam batas yang diperbolehkan atau cukup baik, yaitu dalam batas 20%-50%. Model exponential smoothing dengan menggunakan nilai ($\alpha = 0.8$) adalah model peramalan terbaik. Dengan rata-rata tingkat kesalahan yang dihasilkan yaitu (MAD = 1,096), (MSE = 2,818,871), (MAPE = 34%).

DAFTAR PUSTAKA

- Apriawan, D. C., Irham, I., & Mulyo, J. H. (2015). Analisis produksi tebu dan gula di PT. Perkebunan Nusantara VII (persero). *Agro Ekonomi*, 26(2), 159-167.
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Auliasari, Kertaningtyas, Kriswantono. 2019. Penerapan Metode Peramalan untuk Identifikasi Potensi Permintaan Konsumen. *Informatics Journal*. vol.4 No.3.
- Christopher, M. and Holweg, M. (2011). supply chain 2.0: Managing supply chains in the era of turbulence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1):63–82.
- Etri, Desi, Rito. 2016. Peramalan Dengan Menggunakan Metode Exponential Smoothing dari Brown (Studi Kasus: Indeks Harga Konsumen (IHK) Kota Samarinda). Universitas Mulawarman. *Jurnal Eksponensial* Vol. 7.
- Halimi, Anggraeni, & Tyasnurita. 2013. Pembuatan Aplikasi Peramalan Jumlah Permintaan Produk Dengan Metode Time Series Exponential Smoothing Holts Winter di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Jurnal Teknik POMITS* Vol. 1.
- Handoko. 2000. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: BPFE.
- Herjanto, E. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Jung, H. and Jeong, S.-J. (2012). Managing demand uncertainty through fuzzy inference in supply chain planning. *International Journal of Production Research*, 50(19):5415–5429
- J. H. Barus, Ramli, “Analisis Peramalan Ekspor Indonesia Pasca Krisis Keuangan Eropa Dan Global Tahun 2008 Dengan Metode Dekomposisi”, *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, vol. 1, no. 3, pp. 117– 133
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (2003). *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid 1 Edisi Revisi (terj.)*. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Maricar, M. 2019. Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Sistem dan Informatika*. Vol.13, No.2
- Novita P. 2009. Peramalan Jumlah Air Minum yang Disalurkan PDAM Tirta Wampu Kabupaten Langkat Tahun 2008-2010 dengan Metode Pemulusan (Smoothing) Eksponensial Ganda. Universitas Sumatera Utara.
- Putra, I. N. Pujawan., dan N. I. Arvitrida. 2010. Peramalan Permintaan dan Perencanaan Produksi dengan Mempertimbangkan Special Event di PT. CCBI Plant Pandaan. ITS Surabaya
- Rakhman, A., & Puspitasari, N. B. (2017). Usulan Perbaikan Perencanaan Produksi pada Produk Engine Tipe CJ untuk Mobil Pick Up di PT. XYZ dengan Metode TIME – Series. *Industrial Engineering Online Journal*, 6(1).

- Sembiring, L, J. 2017. Fakta Penyebab Indonesia Masih Impor Gula. <https://economy.okezone.com/read/2017/03/09/320/1638670/fakta-penyebab-indonesia-masih-impor-gula>. Diakses tanggal 3 Juli 2018
- Setyawan, E., Subantoro, R., & Prabowo, R. (2016). Analisis Peramalan (Forecasting) Produksi Karet (*Hevea Brasiliensis*) Di PT Perkebunan Nusantara IX Kebun Sukamangli Kabupaten Kendal. *Mediagro*, 12(2).
- Sugiyanto, C. 2007. *Permintaan Gula di Indonesia*. Universitas Muhamadiyah Surakarta. Surakarta
- Sungkawa, I., & Megasari, R. T. (2011). Nilai Ramalan Data Deret Waktu Dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia Iwa Sungkawa ; Ries Tri Megasari. *ComTech*, 2(2), 636–645.
- Surihadi, A. A. (2009). Penerapan Metode Single Moving Average Dan Exponential Smoothing Dalam Peramalan Permintaan Produk Meubel Jenis Coffee Table Pada Java Furniture Klaten. Tugas Akhir. Surakarta: Univeristas Sebelas Maret.