



Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*

Windy Ayu Pratiwi¹, Neri Melisa², Vinny Anugrah Adistie³, Syafhia Mifthasha⁴, Satriani Putri⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Matematika, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Received: 10 July 2023

Revised: 20 July 2023

Accepted: 10 August 2023

Published: 20 August 2023

Abstract - Produktivitas kelapa sawit setiap tahunnya tidak selalu stabil, tetapi mengalami naik-turun yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti iklim, kesuburan tanah, dan lainnya. Maka perlu dilakukan perawatan yang intensif dan langkah-langkah antisipasi seperti pemberian pupuk dapat dilakukan dengan mengamati pola hasil produksi. Selain itu, dibutuhkan peramalan jumlah produksi kelapa sawit dimasa yang akan datang sebagai gambaran dalam membuat kebijakan. Peramalan tersebut bertujuan agar dengan kebijakan yang tepat maka kebutuhan masyarakat terhadap kelapa sawit, *Product Domestic Regional Bruto (PDBR)* di Provinsi Riau dapat dipenuhi dengan optimal. Peramalan ini melibatkan data produksi kelapa sawit dari tahun 2008-2021. Data memiliki plot trend sehingga sangat baik diramalkan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan menghitung nilai MAPE. Di peroleh hasil bahwa dari ketiga parameter pada penulisan memberikan nilai MAPE terkecil pada bobot $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0,1$ dengan MAPE sebesar 5,198%

Kata Kunci: *Double Eksponensial Smoothing, Kelapa Sawit, Peramalan*

1. Pendahuluan

Kelapa sawit adalah tanaman palma yang menghasilkan minyak nabati dan digunakan sebagai bahan baku berbagai industri. Beberapa industri yang menggunakan minyak sawit sebagai bahan baku adalah industri makanan, seperti minyak goreng, makanan yang dipanggang (*shortening*), margarin, vanaspati, pengganti mentega kakao (*cocoa buter substitutes*) dan banyak makanan lainnya. Selain itu Minyak kelapa sawit juga digunakan dalam industri kimia untuk memproduksi cat, deterjen, obat-obatan dan kosmetik lainnya. Minyak kelapa sawit menghasilkan minyak nabati yang bersaing dengan minyak nabati lainnya. Hal ini karena produktivitas kelapa sawit per hektarnya cukup tinggi. Produktivitas minyak sawit per hektar jauh lebih tinggi (8-10 kali lipat) dibandingkan produktivitas minyak nabati lainnya. Sehingga bisa menghasilkan lebih banyak minyak nabati dengan lahan yang lebih sedikit. Produktivitas minyak sawit yang tinggi telah dengan cepat meningkatkan proporsi minyak sawit dibandingkan empat minyak nabati dunia lainnya dari 22 % (1965) menjadi 41 % (2014). Fakta ini memperkuat ketergantungan masyarakat terhadap kelapa sawit [1].

Kelapa sawit memiliki peran strategis dalam sektor perekonomian Indonesia. Komoditas ini dimotori oleh kegiatan ekspor dan pajak serta berperan penting dalam mendorong produk domestik bruto (PDB) Indonesia. Selain itu kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan penting dalam perolehan devisa negara Indonesia. Disamping itu subsektor ini memegang peranan yang sangat penting dalam menciptakan lapangan pekerjaan, membuka peluang usaha sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat [2]. Hal ini terjadi karena produksi dan pengolahan minyak sawit membutuhkan banyak tenaga kerja. Produktivitas kelapa sawit setiap tahunnya tidak selalu stabil, tetapi mengalami naik-turun yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti iklim, kesuburan tanah, dan lainnya. Maka perlu dilakukan perawatan yang intensif dan langkah-langkah antisipasi seperti pemberian pupuk dapat dilakukan dengan mengamati pola hasil produksi. Menyikapi kondisi diatas, maka dibutuhkan perkiraan jumlah produksi kelapa sawit dimasa yang akan datang sebagai gambaran dalam membuat kebijakan. Dengan kebijakan yang tepat maka kebutuhan masyarakat terhadap kelapa sawit, *Product Domestic Regional Bruto (PDBR)* di Provinsi Riau dapat dipenuhi dengan optimal. Jika produksi kelapa sawit melebihi dari kebutuhan masyarakat maka pemerintah dapat mendistribusikan kelapa sawit ke daerah lain maupun melakukan ekspor keluar negeri. Sebaliknya jika terjadi penurunan jumlah produksi pemerintah dapat mengambil langkah cepat untuk mengatasi penurunan jumlah produksi tersebut.

Peramalan atau forecasting merupakan sebuah metode sebagai alat bantu dalam melakukan suatu perencanaan yang



efisien dan efektif. Peramalan memiliki posisi strategis dan meluas ke banyak bidang seperti ekonomi, keuangan, pemasaran, manufaktur, riset operasi, administrasi publik, meteorologi, geofisika, kependudukan dan pendidikan. Metode peramalan dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif membutuhkan pemikiran yang lebih intuitif, penilaian logis dan analisis berdasarkan pengetahuan atau informasi yang diperoleh peneliti sebelumnya. Berbeda dengan metode kualitatif, metode kuantitatif membutuhkan informasi awal yang dikuantifikasi dalam bentuk data numerik [3]. Pengukuran ketepatan suatu metode peramalan yaitu dengan perhitungan kesalahan peramalan. Perhitungan kesalahan peramalan digunakan pada dua jenis keputusan. Keputusan pertama adalah untuk membandingkan akurasi metode peramalan. Metode yang dapat digunakan antara lain yaitu *mean absolute deviation* (MAD), *mean squared error* (MSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE). Keputusan kedua adalah untuk mengevaluasi dan mengukur realibilitas suatu metode peramalan. Metode yang dapat digunakan adalah tracking signal [4]. Pada penelitian ini menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* yang memiliki nilai pemulusan pada waktu sebelum data sebenarnya. Metode *Double Exponential Smoothing* merupakan pengembangan dari *Single Exponential* yang menambahkan unsur *trend* pada bobot perhitungan [5].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode peramalan *Double Exponential Smoothing*. Penelitian tersebut mengenai peramalan pada produksi tanaman pangan menggunakan double exponential smoothing holt dari provinsi jawa timur, dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa data tahun 1993-2014 untuk ramalan 2015 menghasilkan nilai parameter $\alpha = 0.46$ dan $\beta = 0.26$, sehingga parameter mempengaruhi nilai PE. Nilai PE yang dihasilkan pada penelitian tersebut cenderung memiliki nilai PE yang kecil yaitu 2.22% [6]. Penelitian yang dilakukan oleh [7] mengenai prediksi calon penumpang pesawat pada Bandar udara internasional juanda dari PT. Angkasa Pura I, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* mampu memberikan prediksi dengan akurasi yang tinggi hingga 96,855% dan tingkat akurasi data diperoleh dari metode testing menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang hasilnya kurang dari 25%. Selain itu, pada penelitian [8] dengan menggunakan metode yang sama pada peramalan angka inflasi kota Samarinda dihasilkan Sistem Peramalan Angka Inflasi yang dapat dijadikan acuan dalam pengendalian inflasi yang telah diuji menggunakan 60 data angka inflasi, Hasil peramalan terbaik dengan error MSE terkecil pada $\alpha 0.3$ yaitu 0.485239. Berdasarkan uraian di atas, peneliti menarik judul “Peramalan Tingkat Produksi Kelapa Sawit di Provinsi Riau Menggunakan *Double Exponential Smoothing*”.

2. Landasan Teori

2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan unggulan dan utama di Indonesia. Kelapa sawit juga tanaman dengan nilai ekonomis tinggi dan menjadi salah satu penyumbang negara yang terbesar dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya. Kelapa sawit pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1848. Pada saat itu bibit kelapa sawit yang dibawa dari Mauritius dan Amsterdam untuk ditanam di kebun Raya Bogor [9]. Kelapa sawit dapat menghasilkan beberapa jenis produk industri yaitu: minyak sawit (CPO), minyak inti sawit (PKO), minyak goreng, minyak salad, sabun, gliserin, margarina dan banyak lagi produk yang dapat dihasilkan termasuk minyak bakar kendaraan bermotor yang saat ini masih belum merupakan produk utama kelapa sawit [10]. Minyak kelapa sawit juga menghasilkan berbagai produk turunan yang kaya manfaat sehingga dapat dimanfaatkan di berbagai industri dimulai dari industri makanan, farmasi, sampai industri kosmetik. Limbah dari kelapa sawit juga dapat dimanfaatkan oleh industri mebel, oleokimia, hingga pakan ternak [9].

Banyak faktor yang mempengaruhi produksi kelapa sawit, baik faktor alam maupun bantuan manusia. Faktor alam yang dapat mempengaruhi produksi kelapa sawit seperti iklim, tanah, suhu, cahaya matahari, dan angin [11]. Sedangkan faktor bantuan manusia seperti pemupukan dan lainnya. Kelapa sawit termasuk produk yang banyak diminati oleh investor karena nilai ekonominya cukup tinggi. Pada tahun 2008 luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai 7.363.847 ha atau meningkat 77,1% jika dibandingkan dengan akhir tahun 2000 yang hanya 4.158.077. Dimana pada tahun 2008 hasil produksi sebanyak 17.539.788 ton. Yang berarti hasil produksi meningkat sebanyak 150%. Sentra produksi minyak sawit di Indonesia yang utama berasal dari tujuh provinsi yaitu Provinsi Riau, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah, Jambi, Kalimantan Barat, dan Sumatera Barat [9].

2.2 Pengertian Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu situasi atau kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang mengenai objek tertentu dengan menggunakan pertimbangan, pengalaman atau pun data historis. Untuk memprediksi diperlukan data yang akurat di masa lalu sehingga dapat dilihat prospeknya di masa mendatang. Prosedur peramalan dengan menggunakan data deret berkala yang terdiri dari tiga macam yaitu peramalan secara subjektif, peramalan secara univariat, dan peramalan secara multivariat. Aktivitas dari peramalan merupakan bagian yang sangat penting dari perencanaan karena dengan peramalan yang akurat maka sumber daya akan dapat dialokasikan dengan efektif dan efisien. Peramalan dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Peramalan kuantitatif dapat dikelompokkan ke dalam 2 model yaitu model deret berkala (*time series*) dan model regresi (*kausal*). Kedua model tersebut hanya dapat digunakan apabila memenuhi syarat, antara

lain:

1. Tersedianya informasi tentang masa lalu.
2. Tersebut bersifat kuantitatif atau dapat dikuatitatifkan menjadi data angka.
3. Diasumsikan bahwa pola masa lalu akan berkelanjutan pada pola akan datang.
4. Dengan model deret berkala kita harus menduga nilai suatu variabel untuk waktu yang akan datang menggunakan nilai-nilai dimasa mendatang. Hal ini tentu saja berasumsi bahwa adanya kesinambungan kondisi antar masa lalu dan masa mendatang.

2.3 Jenis-Jenis Peramalan

Berdasarkan jangka waktu ramalan yang disusun, peramalan dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Peramalan Jangka Panjang (*Longterm*).
Peramalan jangka panjang adalah peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang jangka waktunya mencakup yang lebih besar dari 18 bulan.
2. Peramalan Jangka Menengah (*medium term*)
Peramalan jangka menengah adalah peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan jangka waktunya mencakup antara 3 sampai dengan 18 bulan.
3. Peramalan Jangka Pendek (*Short term*)
Peramalan jangka pendek adalah peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang waktunya kurang dari 3 bulan.

Berdasarkan jenis data ramalan yang disusun, peramalan dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

- a. Peramalan Kualitatif
Peramalan kualitatif yaitu peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Peramalan ini menggunakan pendapat dan intuisi manusia, serta tidak memperhatikan fungsi peramalan yang menggunakan metode kualitatif. Hasil peramalan yang dibuat tergantung pada orang yang menyusunnya.
- b. Peramalan Kuantitatif
Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang menggunakan informasi tentang masa lalu yang dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik, serta dapat diasumsikan bahwa pola data dimasa lalu akan berlanjut pada masa yang akan datang. Hasil peramalan yang dibuat bergantung pada metode yang digunakan dalam peramalan. Metode kuantitatif dapat dibagi dalam deret berkala (*time series*) dan metode *kausal*. Peramalan kuantitatif dapat digunakan apabila terdapat kondisi yaitu:
 - a) Adanya informasi tentang masa lalu
 - b) Informasi dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data
 - c) Informasi diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut hingga masa mendatang.

2.4 Manfaat Peramalan

Peramalan banyak memberi manfaat dalam berbagai bidang. Karena dengan adanya peramalan akan dapat dilakukan analisis terhadap sesuatu yang akan terjadi pada masa mendatang. Adapun manfaat dari peramalan yaitu:

1. Membantu agar perencanaan suatu pekerjaan dapat diperkirakan dengan tepat.
2. Membantu masukan untuk penentuan jumlah investasi
3. Membantu menentukan pengembangan suatu pekerjaan untuk periode selanjutnya.

2.5 Analisis Deret Berkala

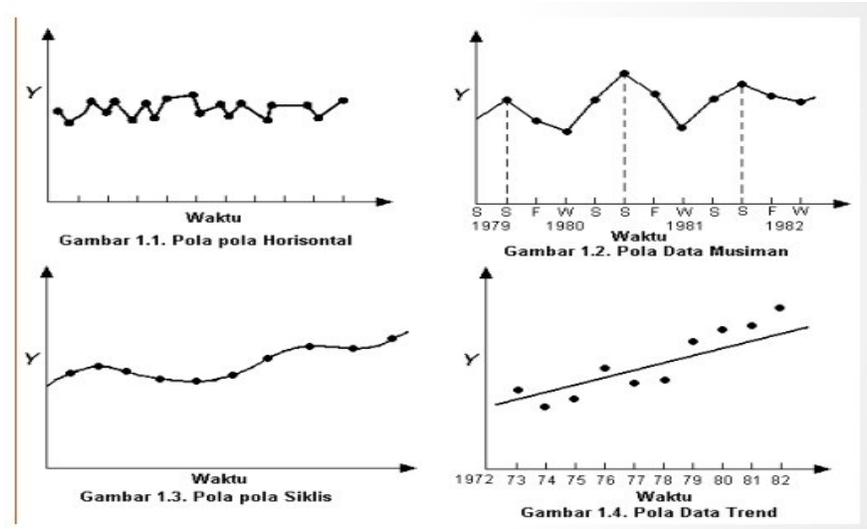
Data deret berkala adalah serangkaian nilai-nilai variabel yang disusun berdasarkan waktu. Analisis data deret berkala mempelajari pola gerakan nilai-nilai variabel pada satu interval waktu (misalnya minggu, bulan, tahun). Metode deret berkala merupakan metode peramalan kuantitatif yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Tujuan analisis deret berkala mencakup penelitian pola data yang digunakan untuk meramalkan apakah data stasioner atau tidak. Data stasioner adalah data yang tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Data secara kasar harus horizontal sepanjang waktu, dengan kata lain fluktuasi data konstan setiap waktu.

2.5.1 Penentuan Pola Data

Dalam penentuan pola data ada beberapa jenis pola data yaitu:

1. Pola Data Horizontal
Pola data horizontal terjadi apabila nilai berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan.
2. Pola Data Musiman
Pola data musiman menunjukkan perubahan yang berulang-ulang secara periodik dalam deret waktu. Pola seperti ini terjadi apabila dipengaruhi oleh data kwartal, tahunan, bulanan, mingguan, dan harian.

3. Pola Data Siklus
Pola data siklus menunjukkan gerakan naik turun dalam jangka panjang dari suatu kurva *trend*.
4. Pola Data *Trend*
Pola data *trend* menunjukkan kenaikan atau penurunan jangka panjang pada suatu data.



Gambar 1. Jenis-Jenis Pola Data Pada Time Series

2.6 Metode Pemulusan (Smoothing)

Metode pemulusan (*Smoothing*) adalah metode peramalan dengan mengadakan penghalusan atau pemulusan data masa lalu yaitu dengan mengambil rata-rata dari nilai beberapa tahun untuk menaksir nilai pada tahun yang akan datang. Metode pemulusan dibagi menjadi 2 yaitu metode perataan (*Average*) dan metode pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing*).

1. Metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Avarage*)
Metode perataan ini memiliki tujuan untuk memanfaatkan data masa lalu untuk mengembangkan situasi system peramalan pada periode mendatang. Tujuan ini tercapai dengan merata-ratakan beberapa nilai data bersama-sama dengan cara kesalahan-kesalahan positif dan negatif yang mungkin terjadi dapat dikeluarkan atau dihilangkan, rata-rata dilakukan pada seluruh angka konstan dari observasi.
2. Metode Pemulusan Eksponensial
 - a. Pemulusan Eksponensial Tunggal (*Single Eksponensial Smoothing*).
Metode *single eksponensial smoothing* adalah nilai ramalan pada periode $t+1$ merupakan nilai aktual pada periode t ditambah dengan penyesuaian yang berasal dari nilai ramalan yang terjadi pada periode tersebut [12]. *Single Exponential Smoothing* merupakan sebuah prosedur pemulusan terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru yang menitik beratkan penurunan prioritas secara bertingkat pada data pengamatan yang lebih tua [13]. Metode ini membutuhkan nilai α sebagai nilai parameter pemulusan. Bobot nilai α lebih tinggi diberikan kepada data yang lebih baru, sehingga nilai parameter α yang sesuai akan memberikan ramalan yang optimal dengan nilai kesalahan (error) terkecil. Untuk mendapatkan nilai α yang tepat pada umumnya dilakukan dengan trial and error (coba-coba) untuk menentukan nilai kesalahan terendah. Nilai α dilakukan dengan membandingkan menggunakan interval pemulusan antara $0 < \alpha < 1$, yaitu α 0,1 sampai dengan 0,9. Metode ini hanya cocok untuk data stasioner.
 - b. Pemulusan Eksponensial Ganda
Metode ini digunakan ketika data mengandung unsur *trend*. *Exponential smoothing* dengan adanya *trend* seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus di update setiap periode level dan *trend*-nya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing-masing periode. *Trend* adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode.
 - c. Metode Linier Satu Parameter dari Brown
Metode ini dikembangkan oleh Brown untuk mengatasi perbedaan yang muncul antara data aktual dan nilai peramalan apabila ada *trend* pada plotnya. Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial linier dari brown adalah

serupa dengan rata-rata bergerak linear, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*, perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan ganda ditambahkan kepada nilai pemulusan dan disesuaikan untuk *trend*.

d. Metode Dua Parameter dari Holt

Metode ini nilai *trend* tidak dimuluskan dengan pemulusan ganda secara langsung, tetapi proses pemulusan *trend* dilakukan dengan parameter berbeda dengan parameter pada pemulusan data asli.

2.7 Double Eksponential Smoothing

Double eksponential smoothing merupakan jenis peramalan yang dilakukan apabila pada data terdapat adanya *trend* atau perubahan yang konsisten pada data yang telah diperoleh. Yang dimaksud dengan *trend* disini adalah estimasi yang diramalkan dari pertumbuhan rata-rata pada masing-masing akhir periode. Berikut rumus dari *double exponential smoothing* [14] :

$$\begin{aligned} L_t &= \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1}), \\ T_t &= \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}, \\ F_{t+1} &= L_t + T_t \end{aligned}$$

Dengan:

- L_t : Estimasi level dari rangkaian data periode t;
- Y_t : Nilai aktual pada periode sebelumnya;
- T_t : Estimasi *trend* sebelumnya pada periode ke t;
- α : Konstanta perataan;
- β : Konstanta pemulusan;
- F_{t+m} : Hasil peramalan ke-m;
- M : Jumlah periode ke muka yang akan diramalkan.

2.8 Mean Absolute Percentage Error

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan ukuran kesalahan relatif, dan menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu. MAPE sangat ahli dalam melakukan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Perbedaan tersebut diabsolutkan, kemudian dihitung dalam persentase terhadap data asli. Hasil persentase tersebut kemudian didapatkan nilai mean nya. Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada dibawah 10% dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada diantara 10% dan 20%. Rumus untuk menghitung MAPE terdapat pada persamaan 3.4.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n} \tag{1}$$

$$PE = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) (100) \tag{2}$$

Dimana:

- X_t : Data aktual pada periode ke t;
- PE_t : Kesalahan persentase pada periode ke t;
- F_t : Nilai peramalan pada periode ke t;
- n : Banyak periode waktu.

3 Metode Penelitian

3.1 Jenis Dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian merupakan data sekunder. Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik melalui *website* <https://www.bps.go.id/> dengan data produksi kelapa sawit di Provinsi Riau dengan data dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2021.

3.2 Teknik Analisis

Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode *Double Eksponential Smoothing* yaitu:

1. Menyajikan hasil data jumlah produksi tanaman kelapa sawit mulai dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2021.

2. Menyajikan nilai hasil analisis statistika deskriptif dari tahun 2008 hingga tahun 2021.
3. Memprediksi hasil produksi tanaman kelapa sawit dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Adapun tahapan yang dilakukan yaitu :
 1. Melakukan pemasangan 2 parameter yang berbeda, nilai parameter hanya ditentukan α dan β .
 2. Menghitung nilai pemulusan menggunakan rumus pada persamaan 3.1.
 3. Menghitung nilai estimasi *trend* menggunakan rumus pada persamaan 3.2.
 4. Menghitung nilai prediksi dengan rumus persamaan 3.3.
 5. Melakukan perhitungan prediksi menggunakan MAPE untuk melihat error terkecil dengan rumus pada persamaan 4
 6. Intreprestasi hasil.

4. Hasil dan Pembahasan

Bab ini akan membahas mengenai analisis dan pengolahan data produksi kelapa sawit di Provinsi Riau. Data yang akan diolah adalah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau dari tahu 2008 sampai tahun 2021 untuk mengetahui peramalan hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Riau. Tabel 1 adalah data produksi kelapa sawit di Provinsi Riau dari tahun 2008 hingga 2021:

Tabel 1. Data Produksi Kelapa Sawit di Provinsi Riau

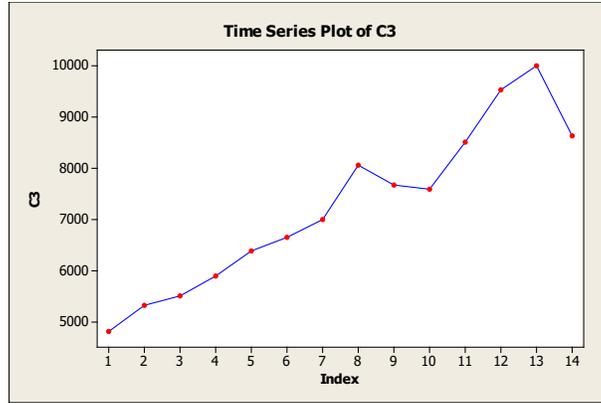
No	Tahun	Data Produksi (Ribu Ton)
1	2008	4812.9
2	2009	5311.4
3	2010	5496
4	2011	5895.5
5	2012	6384.54
6	2013	6647
7	2014	6993.2
8	2015	8059.8
9	2016	7668.1
10	2017	7591.2
11	2018	8496
12	2019	9512.9
13	2020	9984.3
14	2021	8629.1

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa setiap tahunnya data mengalami kenaikan atau data dapat dikatakan memiliki pola data *trend*. Lebih jelas dapat dilihat pada *scatterplot* data produksi kelapa sawit di Provinsi Riau pada gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 *scatterplot* data produksi kelapa sawit provinsi riau periode 2008 hingga 2021. Diatas terlihat bahwa data data produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tersebut memiliki pola data *trend* atau data cenderung meningkat. Maka data pada Tabel 1 dan Gambar 2 dapat dianalisis menggunakan *Double Eksponential Smoothing*.

4.1 Double Eksponential Smoothing

Peramalan *Double Eksponential Smoothing* secara langsung dipengaruhi oleh parameter pemulusan. Untuk model ini menggunakan dua parameter α dan β . Menentukan nilai parameter yang akan digunakan dalam peramalan menggunakan simulasi *trial eror* yang dilihat dari MAPE terkecil.

Berikut data produksi kelapa sawit di Provinsi Riau pada 2008 sampai 2021 bisa dilihat pada Tabel 1 dan juga dapat dilihat pada plot data di atas didapatkan bahwa data merupakan pola data *trend*. Sehingga dapat meramalkan data hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Riau menggunakan metode *Double Eksponential Smoothing*. Berikut tabel hasil peramalan menggunakan $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$, $\alpha = 0.5$, $\beta = 0.1$, dan $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$.



Gambar 2. Scatterplot Data Produksi Kelapa Sawit

4.1.1 Double Ekspponential Smoothing dengan $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$

Sebelum mendapatkan hasil *forecast* untuk periode berikutnya, terlebih dahulu kita cari nilai *forecast / smoothing* tiap periode dengan mencari nilai level dan nilai *trend* sesuai tabel pada Tabel 2 dengan menerapkannya pada *Double Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$

Tabel 2. Double Ekspponential Smoothing dengan $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$

Tahun	Data Aktual	Level	Trend	Peramalan
2008	4812.9	4812.9	498.5	-
2009	5311.4	5311.4	498.5	5311.4
2010	5496	5747.12	467.11	5809.9
2011	5895.5	6150.484	435.237	6214.23
2012	6384.54	6545.485	415.1189	6585.721
2013	6647	6897.883	383.7585	6960.604
2014	6993.2	7223.953	354.9144	7281.641
2015	8059.8	7675.054	403.0076	7578.868
2016	7668.1	7996.069	362.0115	8078.062
2017	7591.2	8204.705	285.3234	8358.081
2018	8496	8491.222	285.9206	8490.028
2019	9512.9	8924.294	359.4963	8777.143
2020	9984.3	9423.893	429.5472	9283.791
2021	8629.1	9608.572	307.1132	9853.44

Untuk mendapatkan hasil peramalan seperti yang terdapat pada Tabel 2 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Untuk $t = 2$

$$L_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$= 0.2 * 5311.4 + (1 - 0.2) * (4812.9 + 498.5) = 5311.4$$

$$T_2 = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

$$= 0.5 * (5311.4 - 4812.9) + (1 - 0.5) * 498.5 = 498.5$$

$$F_{2+1} = L_t + T_t$$

$$= 5311.4 + 498.5 = 5809.9$$

2. Untuk $t = 3$

$$L_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$= 0.2 * 5496 + (1 - 0.2) * (5311.4 + 498.5) = 5747.12$$

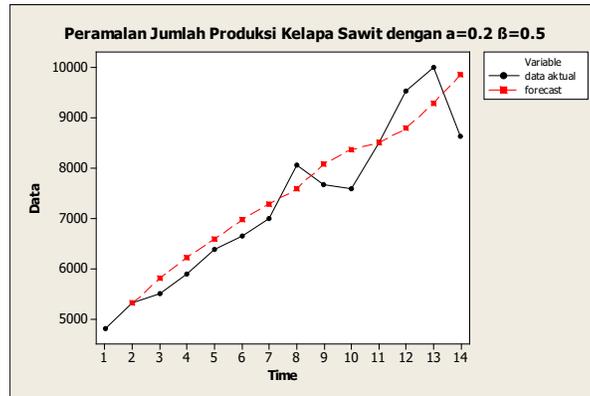
$$T_2 = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

$$= 0.5 * (5747.12 - 5311.4) + (1 - 0.5) * 498.5 = 467.11$$

$$F_{2+1} = L_t + T_t$$

$$= 5747.12 + 467.11 = 6214.23$$

Lakukan hal yang sama pada setiap periodenya. Dari hasil peramalan diperoleh seperti yang terdapat pada Tabel 2. Untuk melihat perbandingan data aktual dengan hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit dengan $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$ pada Gambar 3:



Gambar 3. Grafik Hasil Peramalan Dengan $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil peramalan mengalami kenaikan setiap periodenya atau data peramalan memiliki plot data *trend*. Hal ini menggambarkan bahwa untuk setiap periodenya (tahun) hasil produksi di Provinsi Riau mengalami penibgkatan hasil produksi.

4.1.2 Double Eksponensial Smoothing dengan $\alpha = 0.5$ $\beta = 0.1$

Sebelum mendapatkan hasil *forecast* untuk periode berikutnya, terlebih dahulu kita cari nilai *forecast* / *smoothing* tiap periode dengan mencari nilai level dan nilai *trend* sesuai tabel pada Tabel 3 dengan menerapkannya pada *Double Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.5$ $\beta = 0.1$

Tabel 3. Double Eksponensial Smoothing dengan $\alpha = 0.5$ $\beta = 0.1$

Tahun	Data Aktual	Level	Trend	Peramalan
2008	4812.9	4812.9	498.5	-
2009	5311.4	5311.4	498.5	5311.4
2010	5496	5652.95	482.805	5809.9
2011	5895.5	6015.628	470.7923	6135.755
2012	6384.54	6435.48	465.6983	6486.42
2013	6647	6774.089	452.9894	6901.178
2014	6993.2	7110.139	441.2954	7227.078
2015	8059.8	7805.617	466.7137	7551.435
2016	7668.1	7970.216	436.5022	8272.331
2017	7591.2	7998.959	395.7263	8406.718
2018	8496	8445.343	400.792	8394.685
2019	9512.9	9179.517	434.1303	8846.135
2020	9984.3	9798.974	452.6629	9613.648
2021	8629.1	9440.368	371.5361	10251.64

Untuk mendapatkan hasil peramalan seperti yang terdapat pada Tabel 3 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Untuk $t = 2$

$$L_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$= 0.5 * 5311.4 + (1 - 0.5) * (4812.9 + 498.5) = 5311.4$$

$$T_2 = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

$$= 0.1 * (5311.4 - 4812.9) + (1 - 0.1) * 498.5 = 498.5$$

$$F_{2+1} = L_t + T_t$$

$$= 5311.4 + 498.5 = 5809.9$$

2. Untuk $t = 3$

$$L_3 = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1})$$

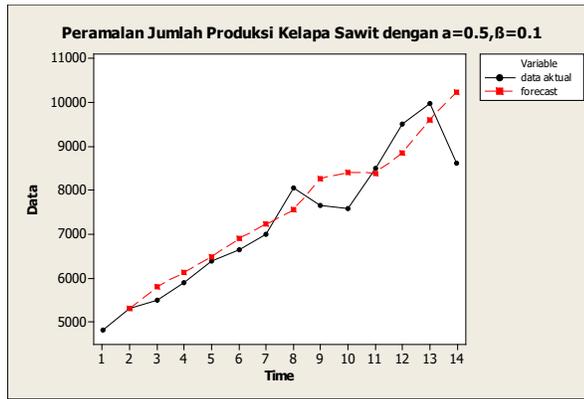
$$= 0.5 * 5496 + (1 - 0.5) * (5311.4 + 498.5) = 5652.95$$

$$T_3 = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

$$= 0.1 * (5652.95 - 5311.4) + (1 - 0.1) * 498.5 = 482.805$$

$$F_{3+1} = L_t + T_t = 5652.95 + 482.805 = 6135.755$$

Lakukan hal yang sama pada setiap periodenya. Dari hasil peramalan diperoleh seperti yang terdapat pada Tabel 3. Untuk melihat perbandingan data aktual dengan hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit dengan $\alpha = 0.5$ $\beta = 0.1$ pada Gambar 4: Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil peramalan mengalami kenaikan setiap periode nya atau data peramalan memiliki plot data *trend*.hal ini menggambarkan bahwa untuk setiap periodenya (tahun) hasil produksi di Provinsi Riau mengalami penibgkatan hasil produksi.



Gambar 4. Grafik Hasil Peramalan Dengan $\alpha = 0.5$ $\beta = 0.1$

4.1.3 Double Eksponential Smoothing dengan $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$

Sebelum mendapatkan hasil *forecast* untuk periode berikutnya, terlebih dahulu kita cari nilai *forecast / smoothing* tiap periode dengan mencari nilai level dan nilai *trend* sesuai pada Tabel 4 dengan menerapkannya pada *Double Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$

Tabel 4. *Double Eksponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$

Tahun	Data Aktual	Level	Trend	Peramalan
2008	4812.9	4812.9	498.5	-
2009	5311.4	5311.4	498.5	5311.4
2010	5496	5527.39	470.249	5809.9
2011	5895.5	5905.714	461.0565	5997.639
2012	6384.54	6382.763	462.6558	6366.77
2013	6647	6666.842	444.7981	6845.419
2014	6993.2	7005.044	434.1385	7111.64
2015	8059.8	7997.738	489.994	7439.182
2016	7668.1	7750.063	416.2271	8487.732
2017	7591.2	7648.709	364.469	8166.29
2018	8496	8447.718	407.923	8013.178
2019	9512.9	9447.174	467.0763	8855.641
2020	9984.3	9977.295	473.3808	9914.25
2021	8629.1	8811.258	309.439	10450.68

Untuk mendapatkan hasil peramalan seperti yang terdapat pada Tabel 4 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Untuk $t = 2$

$$L_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$= 0.9 * 5311.4 + (1 - 0.9) * (4812.9 + 498.5) = 5311.4$$

$$T_2 = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

$$= 0.1 * (5311.4 - 4812.9) + (1 - 0.1) * 498.5 = 498.5$$

$$F_{2+1} = L_t + T_t$$

$$= 5311.4 + 498.5 = 5809.9$$

2. Untuk $t = 3$

$$L_3 = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$= 0.9 * 5496 + (1 - 0.9) * (5311.4 + 498.5) = 5527.39$$

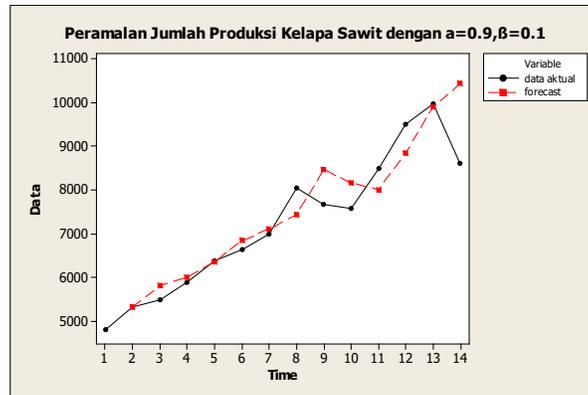
$$T_3 = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

$$= 0.1 * (5527.39 - 5311.4) + (1 - 0.1) * 498.5 = 470.249$$

$$F_{3+1} = L_t + T_t$$

$$= 5527.39 + 470.249 = 5997.639$$

Lakukan hal yang sama pada setiap periodenya. Dari hasil peramalan diperoleh seperti yang terdapat pada Tabel 4. Untuk melihat perbandingan data aktual dengan hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit dengan $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$ pada Gambar 5:



Gambar 5. Grafik Hasil Peramalan Dengan $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa hasil peramalan mengalami kenaikan setiap periodenya atau data peramalan memiliki plot data *trend*.hal ini menggambarkan bahwa untuk setiap periodenya (tahun) hasil produksi di Provinsi Riau mengalami peningkatan hasil produksi.

4.2 Kesalahan Peramalan

Setelah dilakukan perhitungan peramalan *Double Exponential Smoothing*, langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menghitung forecast error atau yang biasa disebut dengan kesalahan peramalan dihitung menggunakan persamaan MAPE. berikut adalah perolehan nilai MAPE pada masing masing parameter:

Tabel 5. Kesalahan Peramalan

Parameter	MAPE
$\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$	5.252
$\alpha = 0.5$, $\beta = 0.1$,	5.299
$\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$	5.198

a. Untuk $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.5$

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% = \frac{0.73536}{14} \times 100\% = 5.25\%$$

b. Untuk $\alpha = 0.5$, $\beta = 0.1$

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% = \frac{0.741979}{14} \times 100\% = 5.299\%$$

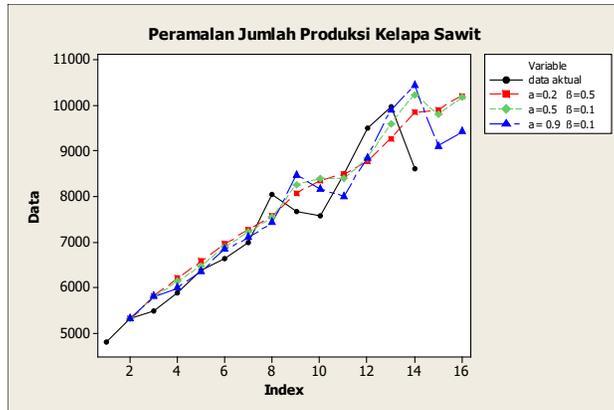
c. Untuk $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|X_t - F_t|}{X_t}}{n} \times 100\% = \frac{0.783667}{14} \times 100\% = 5.198\%$$

Berdasarkan pada Tabel 5 yang menghasilkan nilai MAPE terkecil adalah pada proses peramalan *Double Eksponential Smoothing* untuk parameter $\alpha = 0.9 \beta = 0.1$

4.3 Hasil Peramalan

Setelah dilakukannya pemuluan pada pembahasan sebelumnya maka didapatkanlah hasil peramalan untuk tahun berikutnya yaitu tahun 2022 dan 2023 terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 6:



Gambar 6. Grafik Hasil Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit

Gambar 6 merupakan grafik hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit. Garis hitam merupakan data aktual, garis merah merupakan hasil peramalan dengan $\alpha = 0.2 \beta = 0.5$, garis hijau merupakan hasil peramalan dengan $\alpha = 0.5, \beta = 0.1$ dan garis biru merupakan hasil peramalan dengan $\alpha = 0.9 \beta = 0.1$. Berikut adalah hasil peramalan untuk periode 2022 dan 2023 yang dapat dilihat pada Tabel 6:

Tabel 6 Hasil Peramalan

Waktu	Parameter		
	$\alpha = 0.2 \beta = 0.5$	$\alpha = 0.5, \beta = 0.1,$	$\alpha = 0.9 \beta = 0.1$
2022	9915.685	9811.904	9120.697
2023	10222.8	10183.44	9430.135

Berdasarkan peramalan yang telah dilakukan untuk menentukan hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 2022 dan 2023 dengan nilai $\alpha = 0.2 \beta = 0.5, \alpha = 0.5, \beta = 0.1$ dan $\alpha = 0.9 \beta = 0.1$ dan meminimumkan kesalahan peramalan atau nilai ketepatan peramalan. Parameter yang dipilih adalah $\alpha = 0.9, \beta = 0.1$ sebab kesalahan peramalan (*forecast error*) yang diukur dengan *Mean Squared Percentage Error* (MAPE) merupakan menghasilkan kesalahan peramalan terkecil dibanding yang lainnya serta peramalan dikatakan sangat baik sebab $MAPE < 10\%$. Sehingga didapatkan rata-rata error dari peramalan menggunakan *Double Eksponential Smoothing* sebesar 5.197% dan diprediksi jumlah distribusi bibit untuk bulan selanjutnya yaitu sebanyak 9.120 ribu ton untuk Tahun 2022 dan 9.430 ribu ton Tahun 2023.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut: Hasil dalam meramalkan jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau pada periode selanjutnya (Tahun 2022 dan 2023) dengan menggunakan metode *Double Eksponential Smoothing* dengan tiga nilai parameter yaitu $\alpha = 0.2 \beta = 0.5$ adalah sebesar 9915.685 ribu ton untuk Tahun 2022 dan 10222.8 ribu ton untuk Tahun 2023, $\alpha = 0.5, \beta = 0.1$ adalah sebesar 9811.904 ribu ton untuk Tahun 2022 dan 10183.44 ribu ton untuk Tahun 2023, $\alpha = 0.9 \beta = 0.1$ adalah sebesar 9120.697 ribu ton untuk Tahun 2022 dan 9430.135 ribu ton untuk Tahun 2023. Untuk mengetahui seberapa besar kesalahan atau menentukan nilai ketepatan pada peramalan yang dilakukan dengan melihat *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dengan membandingkan ketiga parameter pada pemuluan eksponensial ganda sehingga hasil yang diperoleh untuk peramalan distribusi bibit pada bulan selanjutnya menunjukkan bahwa untuk metode *Double Eksponential Smoothing* memberikan nilai

MAPE terkecil pada bobot , $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.1$ dengan MAPE sebesar 5.198% dengan kata lain model yang digunakan pada peramalan data memiliki kinerja yang sangat bagus karena kurang dari 10%.

Daftar Pustaka

- [1] F. Y. Sari, N. Amalita, dan Helma, “Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Tipe Brown pada Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit Kabupaten Agam,” *UNP Journal Mathematics* (2018).
- [2] I. Christiani dan N. Satyahadewi, “Peramalan Produksi Kelapa Sawit Pada Pt.Perkebunan Nusantara XIII (Persero) dengan Metode Dekomposisi,” *Bulletin Ilmiah Matematika Statistik dan Terapan* (2016).
- [3] Aswi dan Sukarna, “Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasinya.” (2017).
- [4] Fabiana Meijon Fadul, “Metode Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan untuk Meminimumkan Biaya Pengadaan Bahan Baku Produksi Keripik Kentang (Studi Kasus di CV. Lima Roti Dua Ikan),” (2019).
- [5] S. P. Elvani, A. R. Utary, dan R. Yudaruddin, “Peramalan Jumlah Produksi Tanaman Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Arima,” (2016).
- [6] R. Ariyanto, D. Puspitasari, dan F. Ericawati, “Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Produksi Tanaman Pangan,” *J. Inform. Polinema*, 2017
- [7] Amalia dan Dkk, *Digital Digital Repository Repository UNEJ Digital Digital Repository Repository UNEJ*. 2015.
- [8] A. E. Armi, A. H. Kridalaksana, dan Z. Arifin, “Peramalan Angka Inflasi Kota Samarinda Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing (Studi Kasus : Badan Pusat Statistik Kota Samarinda),” *Informatika Mulawarman Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer* .(2019)
- [9] Y. Fauzi and Dkk, *Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swaday, (2012).
- [10] D. Setyamodjaja, *Kelapa sawit: teknik budi daya, panen dan pengolahan*. Jakarta: Kanisius, (2006).
- [11] M. Irfanda and E. Santosa, “Peramalan Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Perkebunan Sei Air Hitam berdasarkan Kajian Faktor Agroekologi,” vol. 1, no. 1, pp. 347–355 (2016).
- [12] A. Ishak, *Manajemen Operasi*, 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu (2010).
- [13] M. N. Arridho and Y. Astuti, “Penerapan Metode Single Exponential Smoothing untuk Memprediksi Penjualan Katering pada Kedai Pojok Kedaung,” *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 2, no. 02, pp. 35–44 (2020)
- [14] M. Marizal and F. Mutiarani, “Penerapan Metode Eksponensial Smoothing Dalam Memprediksi Jumlah Peserta Didik Baru Di Sma Favorit Kota Payakumbuh,” *Maj. Ilm. Mat. dan Stat.*, vol. 22, no. 1, p. 43 (2022)