

**PERBANDINGAN PERAMALAN *DOUBLE*
EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT DAN *DOUBLE*
EXPONENTIAL SMOOTHING DENGAN PARAMETER
*DAMPED***

(Studi Kasus : Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2006-2021)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Program
Studi Statistika



Disusun Oleh:

Safira Naila Farafisha

18611144

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

Judul : Perbandingan Peramalan *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter *Damped* (Studi Kasus : Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2006-2021)

Nama Mahasiswa : Safira Naila Farafisha

NIM : 18611144

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK
DIUJIKAN**

Yogyakarta, 13 Mei 2022

Pembimbing



Prof. Akhmad Fauzy, S.Si., M.Si., Ph.D.,

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PERAMALAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*
***HOLT* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DENGAN**
PARAMETER *DAMPED*

(Studi Kasus : Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2006-2021)

Nama Mahasiswa : Safira Naila Farafisha

NIM : 18611144

TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN

PADA TANGGAL : 3 JUNI 2022

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Prof. Akhmad Fauzy, S.Si., M.Si., Ph.D.



2. Muhammad Hasan Sidiq K, S.Si., M.Sc.

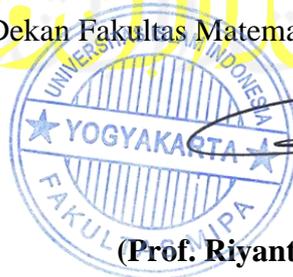


3. Achmad Fauzan, S.Pd., M.Si.



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



(Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.)

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya kepada penulis berupa kesehatan, kekuatan, kesabaran, ketekunan, serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tak lupa pula penulis mengucapkan shalawat serta salam kepada Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan syafaatnya di hari akhir kelak, sampai saat ini penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) ini sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi Statistika, Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini berjudul “Perbandingan Peramalan *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter *Damped* pada Studi Kasus: Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2006-2021”

Penulis menyadari bahwa penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan nasihat serta pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Prof. Akhmad Fauzy, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan sejak awal hingga penyusunan Tugas Akhir ini selesai.
5. Pak Achmad Fauzan, S.Pd., M.Si. dan Muhammad Hasan Sidiq K, S.Si., M.Sc. sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan saran dalam penulisan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh dosen pengajar Program Studi Statistika Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis selama kurang lebih 4 tahun.
7. Kedua orangtua tersayang yaitu Papa M. Satar Thaher dan Mama Sumini, serta kakak dan adik tersayang yaitu Mbak Yaya, Kayla, Caca, dan Aip yang selalu memberikan semangat serta dukungan moril berupa material maupun doa kepada penulis.
8. Sahabat-sahabat SMA penulis yaitu Pina, Shahnaz, Rida, Tesa, Pebi, Ira, Puput, Indah, Yola, Kafi, Jabir, Dika, Dio, Bima, Lui, dan Yoel yang selalu ada disaat penulis butuh, membuat penulis tertawa, dan berbagi suka cita.
9. Teman-teman kuliah penulis yaitu Indah Dewi Anggraeni, Inas Rafidah, Syintya Febriyanti, dan Renanta Dzakiya Nafalana yang selalu membantu penulis disaat kesusahan dalam belajar statistika dan menemani penulis selama di Yogyakarta.
10. Teman-teman Statistika 2018 yang banyak memberikan semangat dan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan ilmu maupun pengalaman, baik pengalaman mendapatkan data, mengolah data maupun dalam hal penulisan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari pembaca untuk menyempurnakan penulisan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Walaikumsalam, Wr. Wb

Yogyakarta, 13 Mei 2022



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
PERNYATAAN.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Jenis Penelitian dan Metode Analisis.....	5
1.5. Tujuan Penelitian.....	6
1.6. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Kebaruan Penelitian	11
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1. Kelapa Sawit	12
3.2. Peramalan	13
3.3. <i>Double Exponential Smoothing Holt</i>	17
3.4. <i>Double Exponential Smoothing Parameter Damped</i>	18
3.5. Ukuran <i>Error</i>	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	21
4.1. Populasi Penelitian	21
4.2. Variabel Penelitian	21
4.3. Alat dan Cara Mengorganisasikan Data.....	21
4.3.1. Tahapan Analisis Metode <i>DES Holt</i>	21
4.3.2. Tahapan Analisis Metode <i>DES Parameter Damped</i>	22
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
5.1. <i>Input Data</i>	24
5.2. Statistika Deskriptif.....	25
5.3. Melihat Pola Data.....	26
5.4. <i>Double Exponential Smoothing Holt</i>	27
5.5. <i>Double Exponential Smoothing dengan Parameter Damped</i>	32

5.6. Peramalan Dengan Menggunakan Metode Terbaik.....	36
BAB VI PENUTUP	40
6.1. Kesimpulan.....	40
6.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	45

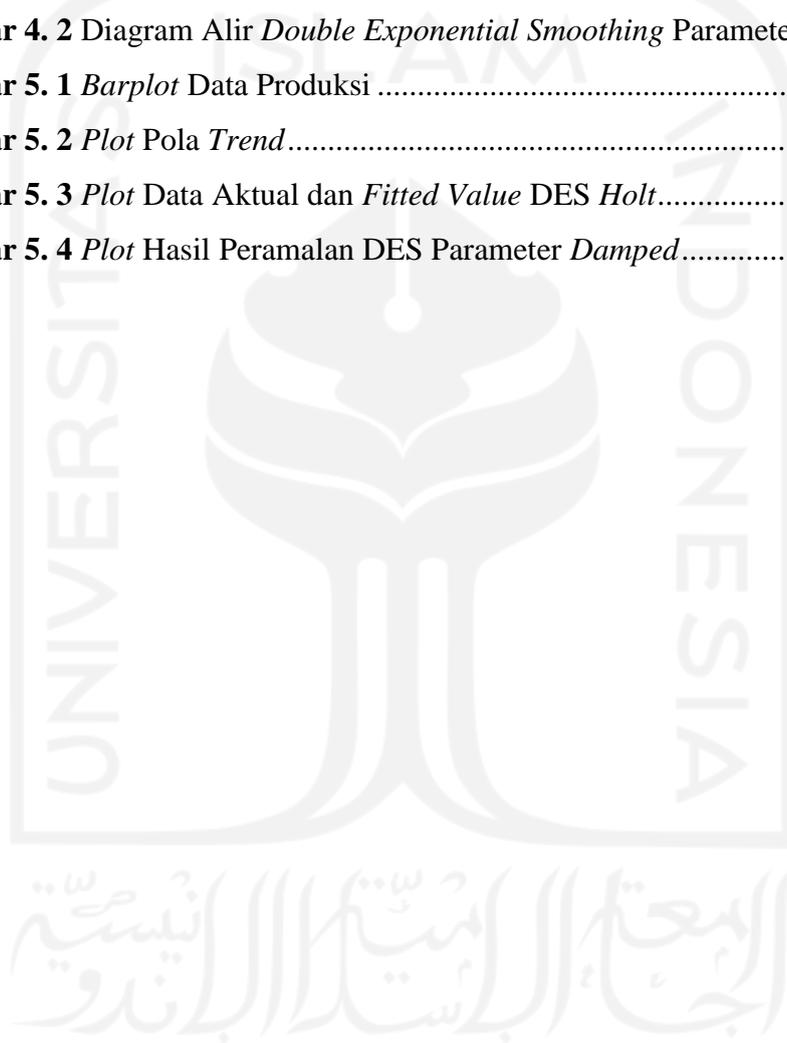


DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Sebelumnya	9
Tabel 3. 1 Kriteria Nilai MAPE	20
Tabel 5. 1 Data	24
Tabel 5. 2 Analisis Deskriptif.....	25
Tabel 5. 3 Nilai <i>Alpha</i> dan <i>Beta</i> Optimum	27
Tabel 5. 4 Nilai <i>Fitted Value</i> DES <i>Holt</i>	30
Tabel 5. 5 Nilai Ukuran Error DES <i>Holt</i>	32
Tabel 5. 6 Nilai <i>alpha</i> , <i>beta</i> , dan <i>phi</i> optimum.....	33
Tabel 5. 7 Nilai <i>Fitted Value</i> DES Parameter <i>Damped</i>	35
Tabel 5. 8 Nilai Ukuran Error DES Parameter <i>Damped</i>	36
Tabel 5. 9 Perbandingan Ukuran Error DES <i>Holt</i> & DES Parameter <i>Damped</i>	36
Tabel 5. 10 Hasil peramalan DES Parameter <i>Damped</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Pola Data Horizontal.....	15
Gambar 3. 2 Pola Data Musiman.....	15
Gambar 3. 3 Pola Data Siklis.....	16
Gambar 3. 4 Pola Data Tren	16
Gambar 4. 1 Diagram Alir <i>Double Exponential Smoothing Holt</i>	22
Gambar 4. 2 Diagram Alir <i>Double Exponential Smoothing Parameter Damped</i> ...	23
Gambar 5. 1 <i>Barplot</i> Data Produksi	26
Gambar 5. 2 <i>Plot</i> Pola <i>Trend</i>	26
Gambar 5. 3 <i>Plot</i> Data Aktual dan <i>Fitted Value</i> DES <i>Holt</i>	31
Gambar 5. 4 <i>Plot</i> Hasil Peramalan DES Parameter <i>Damped</i>	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	45
Lampiran 2	46



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 13 Mei 2022



Safira Naila Farafisha



INTISARI

PERBANDINGAN PERAMALAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DENGAN PARAMETER *DAMPED*

(Studi Kasus : Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021)

Safira Naila Farafisha

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Peramalan merupakan metode yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Peramalan memiliki banyak metode yang tersedia dan bervariasi dalam akurasi, ruang lingkup, rentang waktu, dan biaya. Kegunaan peramalan dapat dilihat dalam pengambilan keputusan berdasarkan pertimbangan apa yang terjadi ketika memutuskan berbagai aktivitas perusahaan. Langkah penting dalam memilih metode *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data (horizontal, musiman, siklus, dan tren). Indonesia merupakan salah satu negara yang dikenal luas memiliki produksi kelapa sawit terbesar di dunia, di banyak daerah yang didukung oleh perkebunan kelapa sawit. Provinsi Riau yang memiliki luas areal perkebunan kelapa sawit terbesar, juga memiliki produksi kelapa sawit terbesar skala nasional dengan jumlah produksi 10,27 juta ton pada tahun 2021. Untuk mendapatkan informasi dalam memenuhi permintaan di masa yang akan datang, maka digunakan peramalan. Pada penelitian ini, dilakukan peramalan produksi kelapa sawit di Provinsi Riau lima tahun kedepan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. *Double Exponential Smoothing* merupakan salah satu metode peramalan dengan pemulusan kurva distribusi dari waktu ke waktu. Peneliti membandingkan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan Parameter *Damped* untuk peramalan produksi kelapa sawit di Provinsi Riau. Didapat bahwa metode *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter *Damped* merupakan metode terbaik untuk dilakukan peramalan karena nilai ukuran erornya lebih kecil dibanding dengan menggunakan metode *Holt*. Maka nilai peramalan produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2022 sebesar 10.495.392 ton, tahun 2023 sebesar 10.822.834 ton, tahun 2024 sebesar 11.143.728 ton, tahun 2025 sebesar 11.458.204, dan tahun 2026 sebesar 11.766.390 ton.

Kata Kunci : Peramalan, Kelapa Sawit, Provinsi Riau, *Double Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing Holt*, Parameter *Damped*.

ABSTRACT

COMPARISON OF FORECASTING DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT AND DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING WITH DAMPED PARAMETER

(Case Study : Total Production of Palm Oil Riau Province in 2006-2021)

Safira Naila Farafisha

*Department of Statistics, Faculty of Matematics and Natural Sciences
Universitas Islam Indonesia*

Forecasting is an important method in effective and efficient planning. Forecasting has many methods available and varies in accuracy, scope, time span, and cost. The usefulness of forecasting can be seen in making decisions based on considerations of what happens when deciding on various company activities. An important step in choosing the right time series method is to consider the type of data pattern (horizontal, seasonal, cyclical, and trending). Indonesia is one of the countries widely recognized for having the largest palm oil production in the world, in many areas supported by oil palm plantations. Riau Province which has the largest area of palm oil plantations, also has the largest palm oil production on a national scale with a total production of 10.27 million tons in 2021. To obtain information on meeting future demand, forecasting is used. In this study, forecasting of palm oil production in Riau province for the next 5 years was carried out using the Double Exponential Smoothing method. Double Exponential Smoothing is a forecasting method by smoothing the distribution curve from time to time. Researchers compared the Double Exponential Smoothing method with Holt and Parameter Damped for forecasting palm oil production in Riau province. It was found that the Double Exponential Smoothing method with Damped Parameters is the best method for forecasting because the error size value is smaller than using the Holt method. Then the forecast value of palm oil production in Riau Province in 2022 it's 10.495.392 tons, in 2023 it's 10.822.834 tons, in 2024 it's 11.143.728 tons, in 2025 it's 11.458.204, and in 2026 it's 11.766.390 tons.

Keywords: *Forecasting, Palm Oil, Riau Province, Double Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing Holt, Parameter Damped.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit merupakan komoditas andalan yang mempunyai peran sangat penting dalam membangun perekonomian di Indonesia. Pembangunan subsektor perkebunan khususnya kelapa sawit merupakan bagian penting dari pembangunan pertanian dan merupakan bagian integral dari pembangunan nasional. Kelapa sawit merupakan salah satu produk yang berperan penting dalam menghasilkan pendapatan daerah, produk domestik bruto dan kesejahteraan manusia. Kegiatan di perkebunan kelapa sawit memiliki dampak eksternal yang positif atau menguntungkan bagi daerah sekitarnya.

Prospek makro industri kelapa sawit di Indonesia tidak diragukan lagi dalam pasar negeri maupun pasar dunia. Sektor ini akan semakin strategis karena berpeluang besar untuk lebih berperan menjadi jalur pertumbuhan ekonomi nasional dan menyerap banyak tenaga kerja (Indonesia, 2007). Produksi kelapa sawit memegang peranan penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Produksi kelapa sawit saja dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan mengurangi kemiskinan masyarakat. Indonesia merupakan salah satu negara yang dikenal luas memiliki produksi kelapa sawit terbesar di dunia, di banyak daerah yang didukung oleh perkebunan kelapa sawit. Menurut data yang diperoleh dari Kementerian Pertanian (Kementan), luas perkebunan sawit akan mencapai 15,08 juta hektar (ha) pada tahun 2021. Hal ini terlihat pada sebagian besar perkebunan kelapa sawit nasional di Sumatera dan Kalimantan yang luasnya lebih dari 14 juta hektar (ha) (Rizaty, 2022).

Total nilai ekspor produk kelapa sawit pada tahun 2017 sebesar Rp.239 triliun yang merupakan terbesar dan lebih besar dari sektor migas. Di sektor ketahanan energi, pemberlakuan kebijakan mandatori *biodiesel* (Agustus 2015 hingga 30 Juni 2018) menghasilkan penghematan devisa sebesar USD 2,52 miliar (Rp.30 triliun). Sebagai industri padat karya, jutaan orang Indonesia bergantung pada sektor kelapa sawit. Kebun industri dapat menampung 4,2 juta pekerja langsung dan 12 juta pekerja tidak langsung. Sedangkan petani wiraswasta

mampu menampung 4,6 juta orang. Sejak tahun 2000, sektor kelapa sawit Indonesia telah membantu 10 juta orang keluar dari kemiskinan karena faktor-faktor yang terkait dengan ekspansi kelapa sawit. Setidaknya 1,3 juta orang yang tinggal di daerah pedesaan tidak berada di ambang kemiskinan karena kelapa sawit.

Provinsi di Indonesia yang tercatat memiliki luas wilayah perkebunan kelapa sawit terluas yaitu Provinsi Riau dengan luas areal perkebunan mencapai 2,89 juta hektar (ha). Provinsi Kalimantan Barat menempati posisi kedua yang memiliki luas wilayah perkebunan kelapa sawit terluas dengan luas areal perkebunan mencapai 2,07 juta hektar (ha). Disusul dengan Provinsi Kalimantan Tengah dengan luas areal perkebunan sawit sebesar 2,05 juta hektar (ha) dan Provinsi Sumatera Utara dengan luas areal perkebunan sawit sebesar 1,34 juta hektar (ha).

Provinsi Riau yang memiliki luas areal perkebunan kelapa sawit terbesar, juga memiliki produksi kelapa sawit terbesar skala nasional dengan jumlah produksi 10,27 juta ton pada tahun 2021. Hal ini juga diikuti oleh Provinsi Kalimantan Tengah dengan produksi kelapa sawit mencapai 7,92 juta ton pada tahun 2021.

Kelapa sawit merupakan tanaman primadona bagi sebagian masyarakat di Provinsi Riau. Wilayah di Provinsi Riau sangat cocok dan berpotensi untuk perkebunan kelapa sawit. Bagi sebagian masyarakat di pedesaan Riau, perkebunan sawit merupakan alternatif mata pencaharian untuk memenuhi kebutuhan hidup dan perekonomian keluarga. Alhasil, antusiasme masyarakat terhadap pengembangan perkebunan kelapa sawit di Riau masih sangat tinggi. Mengingat pembangunan daerah sangat ditentukan oleh potensi yang diperoleh daerah tersebut, maka kebijakan yang diambil oleh pemerintah daerah harus fokus pada potensi daerah yang memiliki peluang pembangunan, terutama di sektor perkebunan (kelapa sawit, karet, sagu dan kelapa hijau).

Pada akhir tahun 1970-an, masyarakat Riau mulai mempelajari tanaman kelapa sawit dan mulai mengembangkannya. Masyarakat percaya bahwa menanam kelapa sawit dapat mendorong perekonomian masyarakat karena pendapatan yang dibutuhkan untuk memperolehnya. baik dan dalam hal

pemeliharaan serta pengelolaannya mudah dan juga ketersediaan kebun sawit juga bisa menjadi peluang kerja bagi masyarakat yang tidak memiliki perkebunan sawit, masyarakat tanpa perkebunan bisa menjadi buruh dan dibayar dalam proses panen atau pemeliharaan perkebunan kelapa sawit.

Ada beberapa alasan mengapa Pemprov Riau lebih memilih kelapa sawit sebagai komoditas penting, antara lain: Pertama, dari segi fisik dan lingkungan, kondisi di wilayah Riau dapat mengarah pada pengembangan perkebunan kelapa sawit. Letak wilayah Riau yang relatif datar memudahkan administrasi dan mengurangi biaya produksi; Kedua, kondisi tanah yang memungkinkan perkebunan kelapa sawit menghasilkan produksi yang lebih tinggi dibandingkan daerah lain; Ketiga, dari sisi pemasaran, wilayah Riau memiliki keunggulan karena posisinya yang strategis di pasar internasional, yaitu Singapura; Keempat, wilayah Riau sebagai kawasan pengembangan untuk Indonesia bagian barat dengan dibukanya kerjasama Indonesia Malaysia Singapore *Growth Triangle* (IMS-GT) dan Indonesia Malaysia Thailand *Growth Triangle* (IMT-GT), yang berarti semakin banyak peluang terbuka sepanjang tahun keuntungan pasar; dan kelima, berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kelapa sawit memberikan pendapatan yang lebih tinggi kepada petani dibandingkan dengan jenis tanaman perkebunan lainnya (Syahza, 2012).

Jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tiap tahunnya berbeda-beda namun rata-rata jumlah produksinya menaik dari tahun ke tahun, hal ini dilakukan untuk menetapkan target produksi, perencanaan keuangan dan operasional kelapa sawit. Karena pentingnya hasil peramalan produksi tersebut, maka diperlukan peramalan yang tepat dan cepat karena provinsi Riau merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia, maka dilakukan peramalan untuk mengetahui jumlah produksi kelapa sawit beberapa tahun kedepan guna memprediksi jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia karena kelapa sawit yang berasal dari Provinsi Riau memiliki peran besar dalam meningkatkan jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia dimana kelapa sawit merupakan salah satu penunjang pembangunan ekonomi Indonesia. Guna mendapatkan informasi dalam memenuhi permintaan di masa yang akan datang maka digunakan peramalan. Peramalan merupakan metode yang penting dalam perencanaan yang efektif dan

efisien. Kecenderungan untuk memprediksi peristiwa secara akurat tetap menjadi dasar yang lebih baik. Peramalan memiliki banyak metode yang tersedia dan bervariasi dalam akurasi, ruang lingkup, rentang waktu, dan biaya. Langkah penting dalam memilih metode *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data (horizontal, musiman, siklus, dan tren). Dari data yang diperoleh peneliti, terlihat bahwa pola data tren atau komponen data *time series* menunjukkan peningkatan atau penurunan dalam jangka panjang selama periode waktu yang diamati. Maka dari itu Metode peramalan yang tepat digunakan untuk pola data jenis ini diantaranya metode *Double Exponential Smoothing*. Metode *Double Exponential Smoothing* merupakan metode pemulusan kurva distribusi dari waktu ke waktu. Untuk data pola tren, metode *Double Exponential Smoothing* harus digunakan. Metode *Double Exponential Smoothing* meliputi metode *Brown* dan *Holt*. Perbedaan kedua metode tersebut terletak pada jumlah konstanta pemulusan yang digunakan, dimana metode *Brown* hanya menggunakan satu konstanta pemulusan, sedangkan metode *Holt* menggunakan dua konstanta pemulusan (Rabil, 2017). Nilai kedua parameter *Holt* ini harus dioptimalkan agar kombinasi keduanya dapat meminimalkan kesalahan peramalan. Tidak ada aturan khusus untuk mendapatkan dua parameter DES yang optimal. Umumnya, parameter dipilih berdasarkan intuisi prediktor atau melalui "uji coba".

Metode peramalan *Double Exponential Smoothing Holt* sering mengalami *overforecasting* atau nilai prediksi yang naik secara eksponensial. Nilai ini biasanya lebih besar dari data aktual. Untuk mengatasi hal ini, ditambahkan parameter yang mengurangi pertumbuhan eksponensial, yang merupakan Parameter *Damped*.

Pada penelitian ini, akan dilakukan peramalan dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing Holt* dan juga *Double Exponential Smoothing* menggunakan Parameter *Damped*. Dari kedua metode tersebut dipilih metode terbaik yang nantinya akan digunakan untuk melakukan peramalan produksi kelapa sawit di Provinsi Riau untuk lima tahun kedepan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis dapat mengidentifikasi rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan juga *Double Exponential Smoothing* parameter *Damped* pada data jumlah produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021?
2. Bagaimana hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2022-2026 dengan menggunakan metode terbaik?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan untuk menghilangkan terjadinya penyimpangan dalam melakukan penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 2006-2021.
2. Metode analisis yang digunakan adalah *Double Exponential Smoothing (Holt)* dan *Double Exponential Smoothing (Parameter Damped)*.
3. Menggunakan nilai *Mean Square Error (MSE)*, *Root Mean Square Error (RMSE)*, dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk menentukan nilai ukuran error.
4. *Software* yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah *RStudio* 4.1.2.

1.4. Jenis Penelitian dan Metode Analisis

Tugas akhir yang peneliti kerjakan termasuk kedalam tugas akhir kategori aplikatif. Jenis penelitian yang peneliti gunakan pada tugas akhir ini adalah jenis penelitian deskriptif karena peneliti mendeskripsikan, kemudian menjelaskan, dan memvalidasi data dari penelitian yang dilakukan. Metode analisis yang digunakan yaitu metode analisis kuantitatif karena melakukan pendekatan pengolahan data melalui metode statistik yang terkumpul dari data sekunder. Analisis peramalan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Double Exponential Smoothing*

dengan menggunakan *Holt* dan Parameter *Damped*, yang nantinya akan dibandingkan untuk mencari metode terbaik yang selanjutnya akan digunakan untuk melakukan peramalan.

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dikerjakan oleh peneliti ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan juga *Double Exponential Smoothing Parameter Damped* pada data jumlah produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021.
2. Mengetahui hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2022-2026 dengan menggunakan metode terbaik.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dengan dilakukannya perbandingan antara metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan metode *Double Exponential Smoothing parameter Damped*, maka penulis dapat mengetahui metode terbaik yang digunakan untuk meramalkan jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau 5 tahun kedepan. Hasil peramalan dari metode terbaik yang diperoleh dapat dijadikan bahan kajian informasi bagi Dinas Perkebunan Provinsi Riau dalam menyusun dan menetapkan strategi dalam bidang perkebunan kelapa sawit dan juga untuk tinjauan bagi masyarakat yang memiliki perkebunan kelapa sawit supaya kedepannya mengetahui peluang yang baik dan buruk bagi keberlangsungan produksi kelapa sawit di kebun mereka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas tentang metode *Double Exponential Smoothing* untuk melakukan suatu peramalan. Peneliti mengumpulkan beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan metode yang sedang dibahas guna untuk mencegah terjadi penjiplakan atau duplikasi dalam penelitian yang sedang penulis lakukan.

Edi Santosa, Hari Sulistyono, dan Iwan Dharmawan melakukan penelitian pada tahun 2011 dengan judul penelitian “Peramalan Produksi Kelapa Sawit menggunakan Peubah Agroekologi di Kalimantan Selatan”. Hasil penelitian yaitu peramalan produksi kelapa sawit terbaik diperoleh dengan kombinasi umur tanaman, pemupukan, jumlah hari hujan dan penyinaran matahari.

Sendy Parlinsa Elvani, Anis Rachma Utary, Rizky Yudaruddin melakukan penelitian pada tahun 2016 dengan judul “Peramalan Jumlah Produksi Tanaman Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Metode Arima (*Autoregressive Integrated Moving Average*)”. Hasil penelitian yaitu Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada beberapa model yang dapat digunakan untuk memprediksi, ARIMA (3,1,3), ARIMA (3,1,1), ARIMA (3,1,2), ARIMA (2,1,3). Dari model keempat, ARIMA (3,1,1) Model adalah model terbaik dan model yang paling layak untuk meramalkan dengan nilai terkecil AIC dan SIC. Hasil peramalan meningkat dari periode sebelumnya. Hasil peramalan untuk 2016 sebesar 25.905,506 ton dan untuk 2017 sebesar 33.260,761 ton.

Fitri Insani, Isma Harani, Suwanto Sanjaya, dan Yusra melakukan penelitian pada tahun 2019 dengan judul “Peramalan Produksi Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Dengan Regresi Linier Dan Algoritma Genetika (Studi Kasus : PT. Peputra Masterindo)”. Hasil penelitian yaitu Dengan nilai MAPE 0,0919 dan rata-rata akurasi 90,81%. Hal ini membuktikan bahwa koefisien kromosom terbaik hasil hitungan algoritma genetika tersebut dapat digunakan untuk memprediksi produksi TBS kelapa sawit dimasa mendatang.

Dwi Agoes Setiawan, Sri Wahyuningsih, dan Rito Goejantoro pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Winter’s dan Pegel’s Exponential Smoothing dengan Pemantauan Tracking Signal”. Hasil penelitian yaitu Berdasarkan pemantauan menggunakan tracking signal diperoleh satu hasil peramalan yang bersifat bias. Model musiman multiplikatif tanpa tren dapat digunakan untuk meramalkan 3 bulan ke depan yaitu Januari, Februari dan Maret Tahun 2018. Hasil peramalan 3 bulan kedepan mengalami penurunan secara berturut-turut.

Zumhur Pranata Sitorus pada tahun 2018 melakukan penelitian dengan judul “Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Sumatera Utara Tahun 2018-2021”. Hasil penelitian yaitu didapat peramalan Jumlah produksi kelapa sawit Sumatera Utara untuk tahun 2018 sebesar 12.608.128,08 Ton, tahun 2019 sebesar 13.533.460,12 Ton, tahun 2020 14.458.792,16 Ton, tahun 2021 15.384.124,35 Ton.

M. Hafizd, Rudy, dan Aryanto pada tahun 2020 melakukan penelitian yang berjudul “Prediksi Penjualan Papan Bunga Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*”. Penelitian mendapatkan hasil prediksi yaitu toko papan bunga Djaya Florist dari bulan Januari s/d Desember 2020 menggunakan parameter $\alpha = 0,5$ dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing* mengalami penurunan tiap bulannya.

Lailatul Ghufra pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Resiko Investasi Saham Syari’ah dengan Metode *Var-Single Exponential Smoothing* dan *Var-Double Exponential Smoothing*”. Penelitian menunjukkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* dua parameter dari *Holt* adalah model terbaik untuk menghitung resiko. Dengan permisalan dana investasi awal sebesar Rp. 10.000.000,00 model valid untuk meramalkan 1, 3, 6, 9, dan 12 bulan kedepan dengan nilai resiko berturut-turut sebesar Rp. 66.213,00, Rp. 114.685,00, Rp. 162.189,00, Rp. 198.641,00, dan Rp. 229.371,00.

Rizky Fajar Sholeh, Budi Arif Dermawan, dan Iqbal Maulana pada tahun 2021 melakukan penelitian dengan judul “Peramalan Harga Emas Di Indonesia Menggunakan Algoritma *Double Exponential Smoothing Damped Trend*”. Penelitian mendapatkan hasil bahwa Penerapan model *forecasting* menggunakan

algoritma *Double Exponential Smoothing Damped Trend* menghasilkan performa yang sangat baik dalam peramalan harga emas yang sedang mengalami trend penurunan dengan persentase kesalahan atau *error* berdasarkan MAPE sebesar 0,49%.

Dwi Hilda Anjasari, Eko Listiwikono, dan Feby Indriana Yusuf pada tahun 2018 melakukan penelitian yang berjudul “Perbandingan Metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan Metode *Triple Exponential Smoothing Holt-Winters* untuk Peramalan Wisatawan Grand Watu Dodol”. Penelitian tersebut mendapatkan hasil yaitu peramalan jumlah wisatawan Grand Watu Dodol pada periode Mei 2018 sampai dengan April 2019 lebih akurat menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* model *additive* dibandingkan metode *Double Exponential Smoothing Holt* karena nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil daripada nilai MSE dan MAPE yang dihasilkan oleh *Double Exponential Smoothing Holt*.

Hommy D. E. Sinaga dan Novica Irawati melakukan penelitian pada tahun 2018 dengan judul “Perbandingan *Double Moving Average* dengan *Double Exponential Smoothing* pada Peramalan Bahan Medis Habis Pakai”. Penelitian tersebut mendapatkan hasil metode *Double Moving Average* dengan nilai pergerakan periode 3 sebagai metode terbaik untuk meramalkan jumlah permintaan jarum suntik 3 ml.

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Sebelumnya

No.	Penulis	Judul	Metode	Persamaan	Perbedaan
1.	Edi Santosa, Hari Sulisty, dan Iwan Dharmawan (2011)	Peramalan Produksi Kelapa Sawit menggunakan Peubah Agroekologi di Kalimantan Selatan	Regresi Linier Berganda	Sama-sama melakukan peramalan tentang produksi kelapa sawit	Berbeda pada metode yang digunakan untuk dilakukan peramalan.
2.	Sendy Parlinsa Elvani, Anis Rachma Utary, Rizky Yudaruddin (2016)	Peramalan Jumlah Produksi Tanaman Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Metode Arima (Autoregressive Integrated Moving Average)	<i>Arima (Autoregressive Integrated Moving Average)</i>	Sama-sama melakukan peramalan tentang produksi kelapa sawit.	Berbeda pada metode yang digunakan untuk dilakukan peramalan.
3.	Fitri Insani, Isma Harani,	Peramalan Produksi Tandan Buah Segar	Regresi Linier Dan Algoritma	Sama-sama melakukan	Berbeda pada metode yang

	Suwanto Sanjaya, dan Yusra (2019)	(TBS) Kelapa Sawit Dengan Regresi Linier Dan Algoritma Genetika (Studi Kasus : PT. Peputra Masterindo)	Genetika	peramalan tentang produksi kelapa sawit.	digunakan untuk dilakukan peramalan.
4.	Dwi Agoes Setiawan, Sri Wahyuningsih, dan Rito Goejantoro (2020)	Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Winter's dan Pegel's Exponential Smoothing dengan Pemantauan Tracking Signal	<i>Winter's dan Pegel's Exponential Smoothing</i>	Sama-sama melakukan peramalan tentang produksi kelapa sawit	Berbeda pada metode yang digunakan untuk dilakukan peramalan.
5.	M. Hafizd, Rudy, dan Aryanto (2020)	Prediksi Penjualan Papan Bunga Menggunakan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	<i>Double Exponential Smoothing</i>	Sama-sama menggunakan metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	Hanya menggunakan nilai MAPE untuk melihat akurasi peramalan
6.	Zumhur Pranata Sitorus (2018)	Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit Provinsi Sumatera Utara Tahun 2018-2021	<i>Double Exponential Smoothing</i>	Sama-sama menggunakan metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	Menggunakan <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
7.	Lailatul Ghufra (2017)	Perbandingan Resiko Investasi Saham Syari'ah dengan Metode <i>Var-Single Exponential Smoothing</i> dan <i>Var-Double Exponential Smoothing</i>	<i>Metode Var-Single Exponential Smoothing dan Var-Double Exponential Smoothing</i>	Sama-sama menggunakan metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	Melakukan perbandingan antara <i>Single Exponential Smoothing</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i>
8.	Rizky Fajar Sholeh, Budi Arif Dermawan, dan Iqbal Maulana (2021)	Peramalan Harga Emas Di Indonesia Menggunakan Algoritma <i>Double Exponential Smoothing Damped Trend</i>	<i>Double Exponential Smoothing Damped Trend</i>	Sama-Sama Menggunakan Metode <i>Double Exponential Smoothing Parameter Damped</i>	Beda data, dan beda cara melakukan analisis dan menghitung nilai ukuran eror
9.	Dwi Hilda Anjasari, Eko Listiwikono, dan Feby Indriana Yusuf (2018)	Perbandingan Metode <i>Double Exponential Smoothing Holt</i> dan Metode <i>Triple Exponential Smoothing Holt-Winters</i> untuk Peramalan Wisatawan Grand	<i>Double Exponential Smoothing Holt dan Metode Triple Exponential Smoothing Holt-Winters</i>	Sama-sama menggunakan metode <i>Double Exponential Smoothing Holt</i>	Melakukan perbandingan antara <i>Double Exponential Smoothing Holt</i> dan Metode <i>Triple Exponential Smoothing Holt-Winters</i>

		Watu Dodol			
10.	Hommy D. E. Sinaga dan Novica Irawati (2018)	Perbandingan <i>Double Moving Average</i> dengan <i>Double Exponential Smoothing</i> pada Peramalan Bahan Medis Habis Pakai	<i>Double Moving Average</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i>	Sama-sama menggunakan metode <i>Double Exponential Smoothing Holt</i>	Melakukan perbandingan antara <i>Double Moving Average</i> dengan <i>Double Exponential Smoothing Holt-Winters</i>

2.2. Kebaruan Penelitian

Pada penelitian-penelitian terdahulu, sudah banyak penelitian yang membahas tentang metode *Double Exponential Smoothing* dan juga menggunakan studi kasus tentang produksi kelapa sawit. Namun terdapat beberapa kebaruan dari penelitian yang sedang peneliti lakukan, yaitu:

- Tidak terdapat penelitian yang melakukan perbandingan peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing* parameter *Damped* dengan studi kasus jumlah produksi kelapa sawit.
- Lokasi penelitian yaitu Provinsi Riau belum pernah digunakan sebelumnya untuk meneliti dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing* parameter *Damped*.
- Variabel pada studi kasus yang peneliti lakukan belum pernah digunakan pada penelitian sebelumnya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kelapa Sawit

Sektor pertanian memegang peranan penting dalam kegiatan Perekonomian Indonesia, terlihat dari kontribusinya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) yang relatif tinggi dan mencapai 13,7% pada 2020 atau berada di urutan kedua setelah sektor Industri Pengolahan dengan 19,88%. Salah satu subsektor yang memiliki potensi besar adalah subsektor perkebunan. Kontribusi subsektor perkebunan pada tahun 2020 sebesar 3,63% dari total PDB dan 26,50% pertanian, kehutanan, dan perikanan atau yang pertama di industri (BPS, 2020).

Kelapa sawit adalah salah satu jenis tanaman perkebunan penting penghasil minyak makan, minyak nabati, minyak industri bahkan bahan bakar kendaraan (*biodiesel*). Kelapa sawit merupakan jenis tanaman tropis yang tumbuh dengan baik di daerah beriklim panas di wilayah-wilayah Indonesia. Untuk menanam kelapa sawit dibutuhkan lahan yang luas serta kesesuaian lahan supaya kelapa sawit dapat tumbuh secara optimal.

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang berperan penting dalam kegiatan perekonomian Riau karena mampu menghasilkan minyak nabati yang sangat dibutuhkan oleh sektor industri. Ketahanan oksidasinya terhadap tekanan tinggi dan kemampuannya untuk melarutkan bahan kimia yang tidak larut dalam pelarut lain, serta opasitasnya yang tinggi membuat minyak sawit tersedia untuk berbagai keperluan (BPS, Kelapa Sawit Provinsi Riau, 2021).

Sebagai provinsi penghasil minyak sawit terbesar di Indonesia, Riau memiliki potensi besar untuk menjual minyak sawit dan inti sawit di dalam dan luar negeri. Pasar potensial yang meliputi penjualan minyak sawit (CPO) dan minyak inti sawit (PKO) adalah teknologi fraksinasi/pemurnian (khususnya industri minyak goreng), lemak khusus (pengganti *cocoa butter*), margarin/*shortening*, *oleochemical* dan sabun mandi.

Pola pemasaran kelapa sawit dilihat dari perusahaannya, dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu Perkebunan Rakyat, Perkebunan Besar Negara (PBN) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS). Perkebunan sawit yang dikelola masyarakat

dengan lahan terbatas 1-10 hektar tentu saja menghasilkan produksi TBS yang terbatas, sehingga sulit untuk menjualnya. Oleh karena itu petani harus menjual TBS melalui pedagang di tingkat desa dekat perkebunan atau melalui KUD dan kemudian grosir di industri pengolahan. Penjualan produk minyak bumi di Perkebunan Besar Negara (PBN) dilakukan secara bersama-sama melalui Kantor Pemasaran Bersama (KPB), sedangkan di Perkebunan Besar Swasta (PBS) masing-masing perusahaan menjual produk kelapa sawit (Suwanto & Yuke, 2010).

3.2. Peramalan

Peramalan (*forecasting*) merupakan tindakan untuk memprediksi tentang apa yang akan terjadi di masa depan. Peramalan adalah kegiatan yang sangat penting karena hampir semua keputusan bisnis dibuat berdasarkan peramalan tentang apa yang akan terjadi di masa depan. Peramalan pada dasarnya merupakan dugaan tentang terjadinya suatu peristiwa atau kejadian di masa depan. Peramalan tidak pernah 100% akurat, jika akurat mungkin itu karena suatu kebetulan (Supratanto, 1977).

Kegunaan peramalan dapat dilihat dalam pengambilan keputusan berdasarkan pertimbangan apa yang terjadi ketika memutuskan berbagai aktivitas perusahaan. Terdapat beberapa manfaat peramalan, yaitu sebagai berikut:

- Untuk membantu membuat keputusan yang tepat.
- Untuk membantu menentukan kebutuhan produksi di masa yang akan mendatang.
- Menjadi alat bantu dalam merencanakan sesuatu secara efektif dan efisien.

Dalam peramalan, kesalahan atau eror sesedikit mungkin diperlukan untuk meminimalkan tingkat kesalahan, sehingga dibutuhkan upaya yang harus dilakukan untuk meminimalkan kesalahan atau eror dalam peramalan.

Metode peramalan membantu melakukan pendekatan analisa tentang perilaku atau pola dari data masa lalu sehingga dapat memberikan cara berpikir yang sistematis, bekerja dan memecahkan serta memberi tingkat keandalan atau akurasi yang lebih besar dari prediksi yang dibuat (Assauri, 1984).

Terdapat beberapa jenis peramalan berdasarkan sifatnya, jenis peramalan berdasarkan sifat dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Peramalan kualitatif, yaitu prediksi berdasarkan data kualitatif di masa lalu. Hasil prediksi yang dibuat sangat tergantung pada orang yang melewatinya. Ini penting karena peramalannya pasti berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat, dan pengetahuan dan pengalaman penulisnya. Seringkali ramalan kualitatif ini didasarkan pada hasil penelitian, seperti pendapat penjual, pendapat pendapat ahli manajer bisnis dan riset konsumen.
2. Peramalan kuantitatif, Prediksi kuantitatif adalah prediksi berbasis data kuantitatif di masa lalu. Hasil perkiraan yang dibuat sangat bergantung pada metode yang digunakan dalam ramalan. Semakin kecil perbedaan antara perkiraan dan kenyataan semakin baik metode yang digunakan. Peramalan kuantitatif dapat digunakan jika kondisi berikut terpenuhi:
 - Adanya data masa lalu.
 - Data tersebut dapat dikuantifikasi dalam bentuk angka.
 - Data mungkin menunjukkan bahwa beberapa aspek dari model masa lalu akan berlanjut di masa depan.

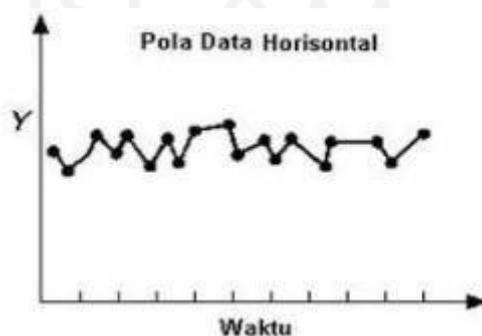
Saat melakukan peramalan, diusahakan untuk selalu mendapatkan hasil analisis seperti berikut:

- a. Meminimumkan pengaruh ketidakpastian terhadap perusahaan atau instansi
- b. Memiliki hasil peramalan yang dapat meminimumkan nilai kesalahan peramalan yang biasanya diukur menggunakan *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan lain sebagainya. Metode kuantitatif yang biasa digunakan yaitu metode deret waktu (*time series*). *Time series* merupakan data yang disusun dari waktu ke waktu secara berurutan (Hasan & Iqbal, 2001).

Dalam melakukan peramalan dengan metode kuantitatif, terdapat beberapa langkah penting yang harus dilakukan yaitu menentukan dahulu pola data yang akan diramalkan sehingga nantinya akan diketahui metode yang tepat sesuai dengan pola data. Berikut merupakan macam-macam pola data *time series* (Herjanto, 2007):

1. Pola Data Horizontal

Pola data horizontal adalah pola data yang terbentuk ketika nilai



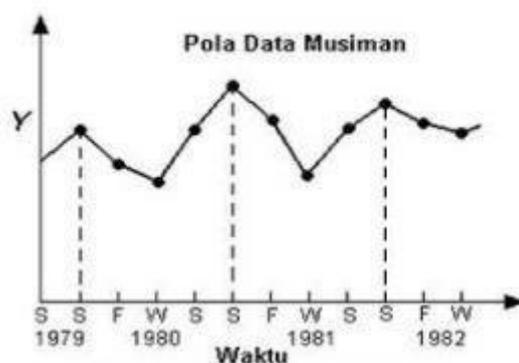
berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.

Gambar 3. 1 Pola Data Horizontal

Sumber: (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999)

2. Pola Data Musiman

Pola data musiman adalah pola data yang terbentuk apabila perubahan terjadi berulang-ulang pada beberapa periode tertentu.

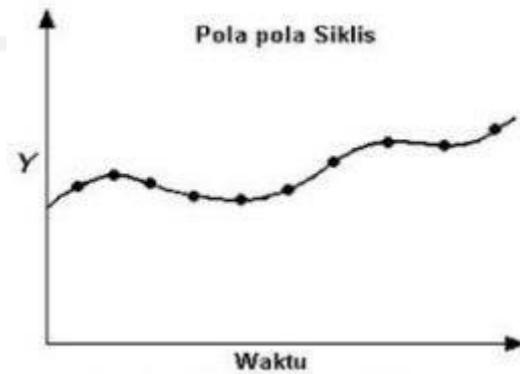


Gambar 3. 2 Pola Data Musiman

Sumber: (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999)

3. Pola Data Siklus

Pola data siklus adalah pola data yang terbentuk apabila terdapat gerakan naik turun dalam jangka panjang akibat pengaruh fluktuasi ekonomi.

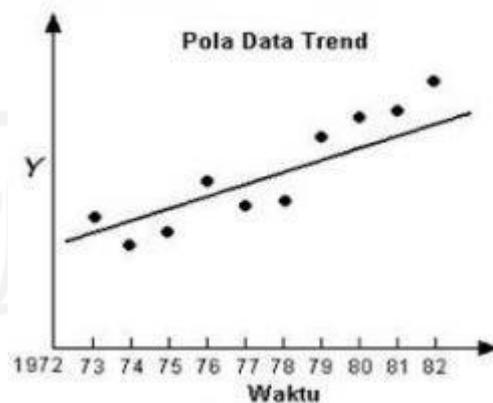


Gambar 3. 3 Pola Data Siklis

Sumber: (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999)

4. Pola Data Tren

Pola data tren adalah pola data yang terbentuk apabila data tersebut menunjukkan adanya kenaikan atau penurunan dalam jangka waktu yang panjang.



Gambar 3. 4 Pola Data Tren

Sumber: (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999)

3.3. Double Exponential Smoothing Holt

Metode *Double Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan yang dikenalkan oleh C.C. Holt pada sekitar tahun 1958 (Hudiyanti, A.Bachtia, & Setiawan, 2019). Dalam metode ini dilakukan proses peramalan terus menerus secara menurun dengan menggunakan data baru dan diperlukan adanya penggunaan sebuah parameter α dengan rentang nilai 0 sampai 1. Metode ini melakukan banyak perhitungan pemulusan (*smoothing*) sebanyak dua kali sehingga dinamakan *Double Exponential Smoothing* (Nurkahfi, Prakoso, & Wahanggara, 2016).

Model *Double Exponential Smoothing* membangun model peramalan menggunakan komponen tren, bukan komponen musiman. Model *Double Exponential Smoothing* sesuai dengan data penjualan. Tingkat kesalahan lebih tinggi daripada metode dekomposisi, juga interval kepercayaan 95% di sekitar perkiraan berbeda secara signifikan. Ini berarti ramalan yang dihasilkan memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi. Alasannya adalah bahwa model *Double Exponential Smoothing* memprediksi garis tren keluar dari basis historis data penjualan. Hal tersebut tidak memasukkan informasi musiman ke dalam model peramalan. Model *Double Exponential Smoothing* menggunakan dua parameter yaitu α dan β , untuk memperkirakan komponen level dan tren dari deret waktu masing-masing.

Metode *Double Exponential Smoothing* dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu satu parameter (*Brown's linear method*) dan dua parameter (*Holt's method*). Pada penelitian ini akan digunakan metode *double Exponential Smoothing* dua parameter (*Holt's method*). Maka langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan peramalan metode *Double Exponential Smoothing* dua parameter (*Holt's method*) adalah sebagai berikut:

- **Pemulusan Level**

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

- **Pemulusan Tren**

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2)$$

- **Peramalan**

$$Y_{t+m} = S_t + T_t m \quad (3)$$

- **Inialisasi:**

$$S_1 = X_1 \quad (4)$$

$$t_1 = \frac{(K_2 - K_1) + (K_4 - K_3)}{2} \quad (5)$$

Dimana:

X_t = Data aktual pada periode t

S_t = Nilai level ada periode ke-t

T_t = Nilai tren pada periode ke-t

α, β = Parameter pemulusan antara 0-1

Y_{t+m} = Ramalan t periode yang akan diramalkan

m = Jumlah periode yang akan diramalkan

3.4. *Double Exponential Smoothing Parameter Damped*

Peramalan dengan metode *Exponential Holt* maupun *Winter* sering mengalami *overforecasting* maupun *underforecasting*. Nilai tersebut seringkali jauh lebih besar/kecil dibanding data aktualnya. Untuk mengatasi hal tersebut maka ditambahkan parameter yang dapat meredam pertumbuhan secara eksponensial, yaitu menggunakan parameter *Damped*. Nilai parameter *Damped* ditambahkan pada setiap pemulusan tren. Maka langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan peramalan metode *Double Exponential Smoothing parameter Damped* adalah sebagai berikut:

- **Pemulusan Level**

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + DT_{t-1}) \quad (6)$$

- **Pemulusan Tren**

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)DT_{t-1} \quad (7)$$

- **Peramalan**

$$Y_{t+m} = S_t + (D + D^2 + \dots + D^m)T_t m \quad (8)$$

Dimana:

X_t = Data aktual pada periode t

S'_t = Nilai level pada periode ke-t

T_t = Nilai tren pada periode ke-t

α, β = Parameter pemulusan antara 0-1

Y_{t+m} = Ramalan t periode yang akan diramalkan

- m = Jumlah periode yang akan diramalkan
 D = Parameter *Damped*

3.5. Ukuran Error

Pada saat melakukan peramalan, terdapat banyak metode yang dapat digunakan. Namun tidak semua metode akan sesuai dengan kasus dan data yang digunakan. Maka terdapat tiga jenis perhitungan untuk melihat seberapa besar tingkat kesalahan yang terjadi di dalam peramalan tersebut, tiga jenis perhitungan akurasi peramalan tersebut sebagai berikut:

- a. *Mean Square Error* (MSE) adalah nilai rata-rata kesalahan peramalan yang dikuadratkan. MSE merupakan metode lain untuk mengevaluasi masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan kemudian dijumlahkan dengan jumlah observasi.

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(K_t - F_t)^2}{n} \quad (9)$$

- b. *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah metode pengukuran dengan mengukur perbedaan nilai dari prediksi sebuah model sebagai estimasi atas nilai yang diobservasi. *Root Mean Square Error* adalah hasil dari akar kuadrat *Mean Square Error*. Keakuratan metode estimasi kesalahan pengukuran ditandai dengan adanya nilai RMSE yang kecil. Metode estimasi yang mempunyai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih kecil dikatakan lebih akurat daripada metode estimasi yang mempunyai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih besar.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{(K_t - F_t)^2}{n}} \quad (10)$$

- c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), adalah persentase kesalahan rata-rata secara multak.

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|K_t - F_t|}{K_t} \quad (11)$$

Dimana:

- X_t = data aktual pada periode t
 Y_t = nilai peramalan pada periode t
 n = jumlah data

Terdapat 4 kategori nilai MAPE yang dapat diinterpretasikan seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kriteria
$MAPE < 10\%$	Kemampuan model peramalan sangat baik
$10\% \leq MAPE < 20\%$	Kemampuan model peramalan baik
$20\% \leq MAPE < 50\%$	Kemampuan model peramalan layak
$MAPE \geq 50\%$	Kemampuan model peramalan buruk

Dari Tabel 3.1 tentang kriteria nilai MAPE maka dapat dijelaskan bahwa semakin kecil nilai MAPE maka akan semakin kecil kesalahan hasil pendugaan, sebaliknya apabila semakin besar nilai MAPE maka akan semakin besar kesalahan hasil pendugaan. Hasil suatu metode pendugaan mempunyai kemampuan peramalan sangat baik jika nilai MAPE $< 10\%$ dan mempunyai kemampuan pendugaan baik jika nilai MAPE diantara 10% dan 20% .

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Populasi Penelitian

Dalam penelitian ini, populasi yang digunakan adalah seluruh jumlah produksi kelapa sawit Provinsi Riau. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 2006 sampai dengan tahun 2021 yang bersumber dari publikasi Badan Pusat Statistika Provinsi Riau serta *database website* Kementerian Pertanian Indonesia.

4.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah data *time series* jumlah produksi kelapa sawit yang menunjukkan banyaknya jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau dalam satuan ton. Banyak data yang digunakan adalah 16 data dimana banyak data tersebut dari periode tahun 2006-2021.

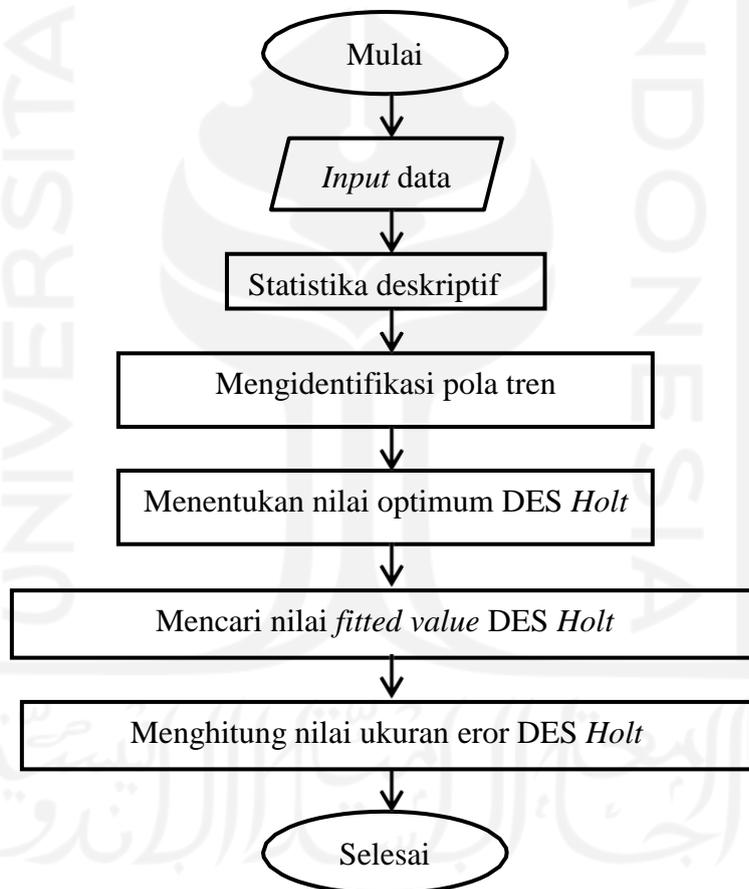
4.3. Alat dan Cara Mengorganisasikan Data

Dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif untuk mengetahui gambaran umum terhadap data jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau, lalu dilakukan peramalan untuk memprediksi produksi kelapa sawit di provinsi riau selama lima tahun kedepan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* metode terbaik antara metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan juga *Double Exponential Smoothing* parameter *Damped* . Dengan menggunakan metode ini selain dapat memprediksi jumlah produksi kelapa sawit juga dapat mengetahui nilai ukuran eror dari peramalan yang digunakan dengan menggunakan nilai MSE, RMSE, dan MAPE. Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini adalah *RStudio* 4.1.2.

4.3.1. Tahapan Analisis Metode *DES Holt*

1. Melakukan *input* data jumlah produksi Kelapa Sawit di Provinsi Riau dari tahun 2006-2021 di dalam *Software RStudio*.

2. Melakukan statistika deskriptif dari data jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau.
3. Mengidentifikasi apakah data tersebut memiliki pola tren dengan membuat *plot time series* di dalam *Software RStudio*.
4. Menentukan nilai optimum *alpha* dan *beta* pada metode *Double Exponential Smoothing Holt*.
5. Mencari nilai *fitted value* pada metode *Double Exponential Smoothing Holt*.
6. Menentukan nilai ukuran eror terkecil menggunakan MSE, RMSE, dan MAPE pada metode *Double Exponential Smoothing Holt*.

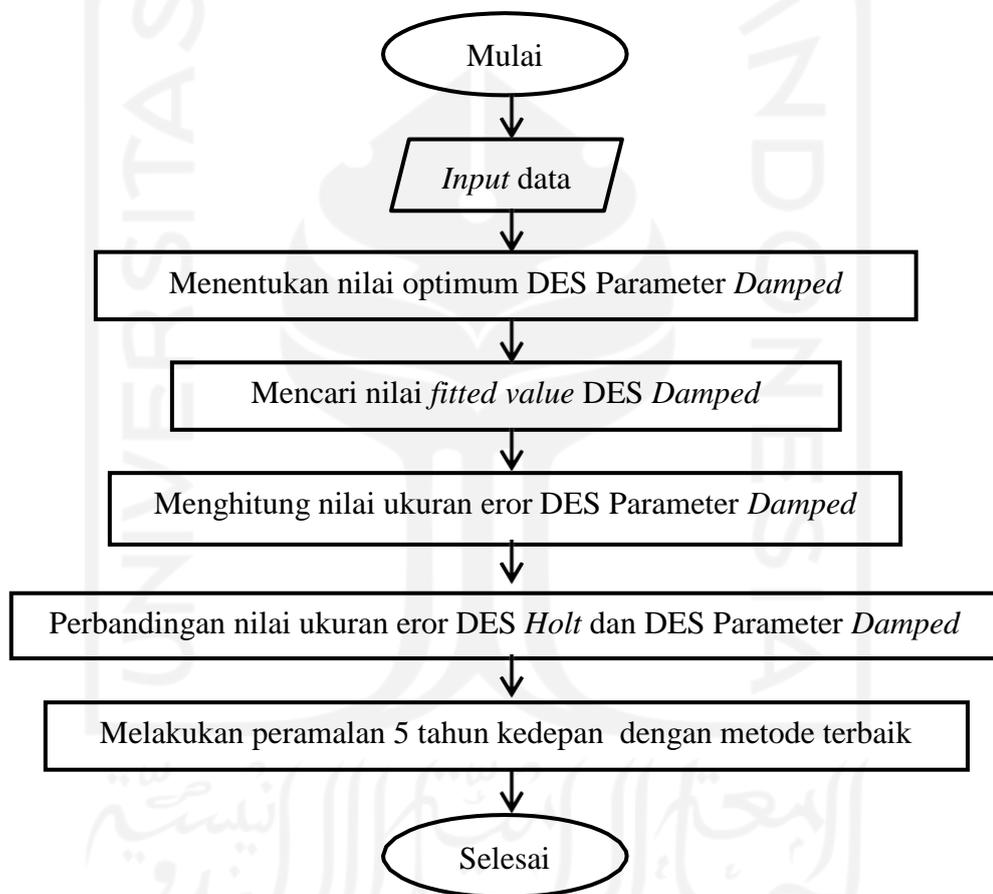


Gambar 4. 1 Diagram Alir *Double Exponential Smoothing Holt*

4.3.2. Tahapan Analisis Metode *DES Parameter Damped*

1. Menentukan nilai optimum *alpha*, *beta*, dan *phi* pada metode *Double Exponential Smoothing Parameter Damped*.

2. Mencari nilai *fitted value* pada metode *Double Exponential Smoothing Parameter Damped*.
3. Menentukan nilai ukuran eror terkecil menggunakan MSE, RMSE, dan MAPE pada metode *Double Exponential Smoothing Parameter Damped*.
4. Membandingkan nilai ukuran eror terkecil MSE, RMSE, dan MAPE pada metode *Double Exponential Smoothing Parameter Damped* dan metode *Double Exponential Smoothing Holt* untuk mencari metode terbaik.
5. Melakukan peramalan 5 tahun kedepan dengan metode terbaik.



Gambar 4. 2 Diagram Alir *Double Exponential Smoothing Parameter Damped*

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. *Input Data*

Pada penelitian ini, data yang diambil untuk dilakukan analisis adalah data tingkat produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021. Berikut ini merupakan data tingkat produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021, yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Data

Tahun	Produksi (ton)
2006	4.030.523
2007	4.521.549
2008	4.812.885
2009	5.311.368
2010	5.495.968
2011	5.748.867
2012	6.384.537
2013	6.646.997
2014	6.993.241
2015	8.059.846
2016	7.425.108
2017	8.113.852
2018	8.496.029
2019	9.513.208
2020	9.984.315
2021	10.270.149

5.2. Statistika Deskriptif

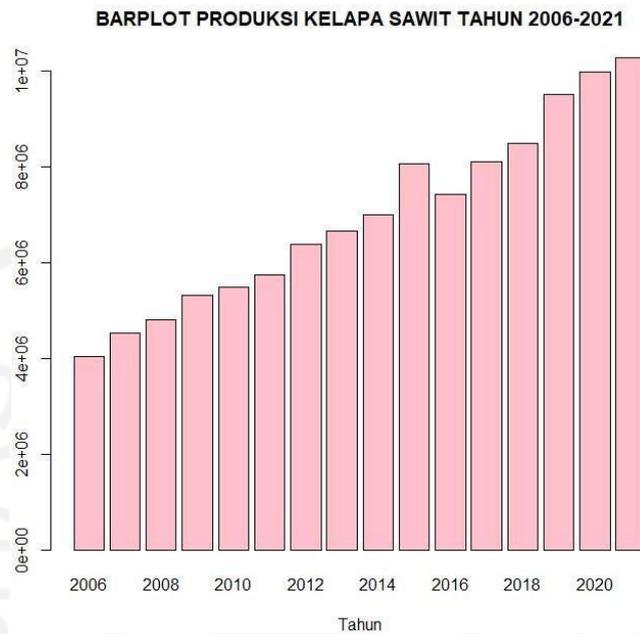
Berdasarkan data sekunder yang sudah dikumpulkan, dimana data tersebut merupakan data produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021. Data selanjutnya akan diolah dengan menggunakan bantuan *software RStudio* untuk melihat statistika deskriptif dari data. Berikut ini merupakan tampilan statistika deskriptif dari data produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021, yaitu:

Tabel 5. 2 Analisis Deskriptif

<i>Minimum</i>	<i>Q1</i>	<i>Median</i>	<i>Mean</i>	<i>Q3</i>	<i>Maximum</i>
4.030.523	5.449.818	6.820.119	6.988.028	8.209.396	10.270.149

Pada tabel 5.2 yang merupakan hasil analisis deskriptif dapat dijelaskan bahwa data jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau dari tahun 2006-2021. Nilai produksi kelapa sawit terendah terjadi pada tahun 2006 sebesar 4.030.523 ton, hal ini dapat terjadi karena pada tahun 2006 penurunan produktivitas kelapa sawit yang disebabkan oleh kondisi pasar internasional yang mengalami krisis dan juga sebagian perkebunan kelapa sawit milik masyarakat telah memasuki usia tua yang menyebabkan menurunnya produktivitas kelapa sawit itu sendiri. Namun pada tahun 2021 jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau sebesar 10.270.149 ton menjadi yang paling tinggi karena semakin luasnya perkebunan kelapa sawit yang ada di Riau sehingga menyebabkan semakin tinggi pula jumlah produksi kelapa sawit di Riau. Rata-rata jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau dari tahun 2006-2021 sebesar 6.988.028 ton dimana jumlah nilai ini juga menjelaskan bahwa jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau selama 16 tahun terakhir memiliki jumlah produksi yang cukup tinggi. Nilai Q1 merupakan kuartil bawah yang memiliki arti nilai tengah antara nilai terkecil dari *median* suatu data dan diperoleh nilai sebesar 5.449.818 ton sedangkan Q3 yang memiliki arti nilai tengah antara median dan nilai tertinggi dari suatu data dan diperoleh nilai sebesar 8.209.396 ton.

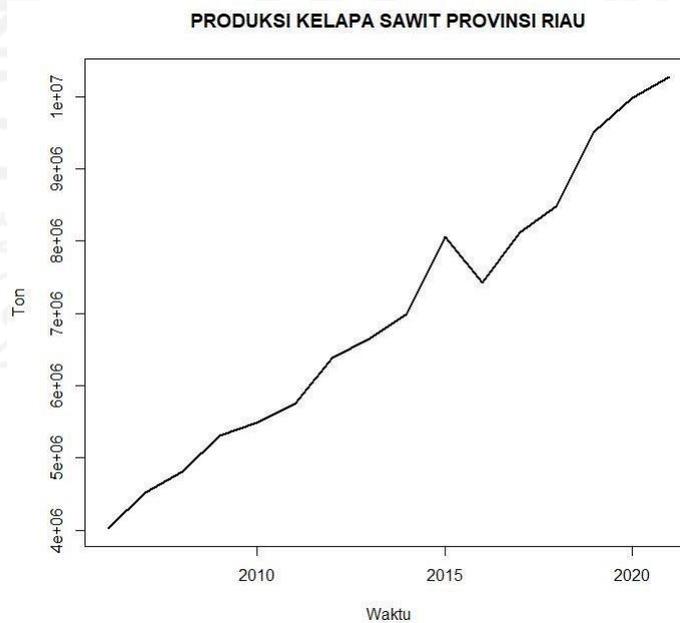
Dari data tingkat produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021 tersebut, dapat dilakukan visualisasi data yaitu melalui *barplot* seperti berikut:



Gambar 5. 1 *Barplot* Data Produksi

5.3. Melihat Pola Data

Dapat dilihat *plot* data yang sebenarnya dari tingkat tingkat produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021 pada gambar dibawah:



Gambar 5. 2 *Plot* Pola Trend

Dari gambar 5.2 dapat dilihat bahwa tingkat produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021 memiliki nilai minimum sebesar 4.030.523 ton pada tahun 2006 dan nilai maksimum sebesar 10.270.149 ton pada tahun 2021. Total produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021 menunjukkan pola yang berfluktuatif seiring berjalannya waktu. Produksi kelapa sawit Provinsi Riau dari tahun 2006-2021 mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2021. Hal tersebut terlihat mulai tahun 2014 jumlah produksi kelapa sawit sebesar 6.993.241 ton meningkat tajam menjadi 8.059.846 ton pada tahun 2015 namun turun lagi menjadi 7.425.108 ton pada tahun 2016, tetapi pada tahun 2017 jumlah produksi kelapa sawit naik menjadi 8.113.852 ton dan mengalami kenaikan pada tahun-tahun selanjutnya. Total produksi kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 2006-2021 menunjukkan pola tren naik pada setiap tahunnya sehingga dapat digunakan metode *Double Exponential Smoothing* untuk melakukan peramalan nilai produksi kelapa sawit di Provinsi Riau lima tahun kedepan.

5.4. *Double Exponential Smoothing Holt*

Penelitian untuk data produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021 dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing Holt* ini di analisis dengan menggunakan nilai *alpha* dan *beta* optimum dengan perintah *Holt Winter's*. nilai *alpha* dan *beta* optimum didapat dari *trial* dan *error* yang dilakukan sampai didapat nilai *alpha* dan *beta* yang optimum. Pada *software RStudio* digunakan *alpha* dan *beta* NULL supaya didapat *alpha* dan *beta* yang optimum, hasil *alpha* dan *beta* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 3 Nilai *Alpha* dan *Beta* Optimum

<i>Alpha</i>	0,496
<i>beta</i>	0,069

Dari tabel 5.3 dapat dilihat bahwa nilai *alpha* sebesar 0,496 dan nilai *beta* sebesar 0,069. Dimana nilai *alpha* dan *beta* yang sudah didapat merupakan nilai *alpha* dan *beta* yang optimum.

Kemudian dilakukan perhitungan nilai *fitted value* dari data produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021 dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing Holt*. Nilai *fitted value* didapat dengan bantuan perhitungan nilai level dan tren. Pada perhitungan pemulusan level dan tren dimulai pada tahun kedua dan otomatis hasil peramalan akan dimulai pada tahun ketiga. Ketika menganalisis untuk baris pertama nilai level dan tren kosong karena belum memiliki nilai data aksesoris sebelumnya, yang bisa diisi adalah baris kedua. Di baris kedua otomatis nilai levelnya sama dengan nilai produksi pada baris kedua dan nilai tren didapat dari pengurangan nilai level dan nilai produksi tahun sebelumnya. Hasil peramalan/*fitted value* didapat dari penjumlahan nilai level dan tren dan nantinya hasil peramalan/*fitted value* diletakkan pada hasil peramalan/*fitted value* tahun ketiga. Rumus untuk menghitung pemulusan level, tren baru bisa diterapkan ketika masuk kebaris ketiga. Maka dilakukan perhitungan seperti berikut:

- Untuk $t = 2$

$$X_2 = 4.521.549$$

Pada $t = 2$ nilai S_t dan T_t menggunakan nilai awal $S_2 = X_2$ dan $T_2 = X_3 - X_2$ sehingga:

$$S_2 = 4.521.549$$

$$\begin{aligned} T_2 &= 4.521.549 - 4.030.523 \\ &= 491.026 \end{aligned}$$

- Untuk $t = 3$

$$X_3 = 4.812.885$$

$$S_3 = \alpha X_3 + (1 - \alpha)(S_{3-1} + T_{3-1})$$

$$S_3 = \alpha X_3 + (1 - \alpha)(S_2 + T_2)$$

$$S_3 = 0.496(4.812.885) + (1 - 0,496)(4.521.549 + 491.026)$$

$$S_3 = 4.913.577$$

$$T_3 = \beta(S_3 - S_{3-1}) + (1 - \beta)T_{3-1}$$

$$T_3 = \beta(S_3 - S_2) + (1 - \beta)T_2$$

$$T_3 = 0,069(4.913.577 - 4.521.549) + (1 - 0,069)491.026$$

$$T_3 = 484.195,8$$

- Untuk $t = 4$

$$X_4 = 5.311.368$$

$$S_4 = \alpha X_4 + (1 - \alpha)(S_{4-1} + T_{4-1})$$

$$S_4 = \alpha X_4 + (1 - \alpha)(S_3 + T_3)$$

$$S_4 = 0.496(5.311.368) + (1 - 0,496)(4.913.577 + 484.195,8)$$

$$S_4 = 5.354.936$$

$$T_4 = \beta(S_4 - S_{4-1}) + (1 - \beta)T_{4-1}$$

$$T_4 = \beta(S_4 - S_3) + (1 - \beta)T_3$$

$$T_4 = 0,069(5.354.936 - 4.913.577) + (1 - 0,069)484.195,8$$

$$T_4 = 481.240,4$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan pada $t = 16$ seperti berikut:

- Untuk $t = 16$

$$X_{16} = 10.270.149$$

$$S_{16} = \alpha X_{16} + (1 - \alpha)(S_{16-1} + T_{16-1})$$

$$S_{16} = \alpha X_{16} + (1 - \alpha)(S_{15} + T_{15})$$

$$S_{16} = 0.496(10.270.149) + (1 - 0,496)(9.833.057 + 449.952,4)$$

$$S_{16} = 10.270.149$$

$$T_{16} = \beta(S_{16} - S_{16-1}) + (1 - \beta)T_{16-1}$$

$$T_{16} = \beta(S_{16} - S_{15}) + (1 - \beta)T_{15}$$

$$T_{16} = 0,069(10.270.149 - 9.833.057) + (1 - 0,069)449.952,4$$

$$T_{16} = 449.512,5$$

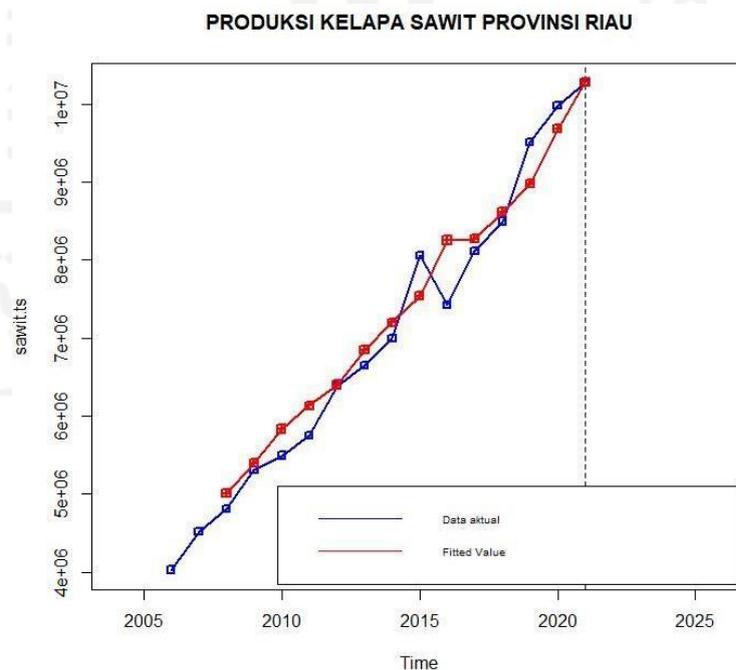
Tabel 5. 4 Nilai *Fitted Value* DES Holt

(t)	Tahun	Data aktual	Level(S_t)	Trend(T_t)	<i>Fitted Value</i>
1	2006	4.030.523	-	-	-
2	2007	4.521.549	4.521.549	491.026	-
3	2008	4.812.885	4.913.577	484.195,8	5.012.575
4	2009	5.311.368	5.354.936	481.240,4	5.397.772
5	2010	5.495.968	5.667.515	469.603,8	5.836.177
6	2011	5.748.867	5.944.639	456.324	6.137.119
7	2012	6.384.537	6.392.819	455.762,2	6.400.963
8	2013	6.646.997	6.748.644	448.867,2	6.848.582
9	2014	6.993.241	7.096.242	441.880,3	7.197.511
10	2015	8.059.846	7.796.772	459.725,4	7.538.122
11	2016	7.425.108	7.844.327	431.288,4	8.256.498
12	2017	8.113.852	8.195.420	425.755,4	8.275.616
13	2018	8.496.029	8.559.133	421.474,9	8.621.175
14	2019	9.513.208	9.244.650	439.692,1	8.980.608
15	2020	9.984.315	9.833.057	449.952,4	9.684.342
16	2021	10.270.149	10.270.149	449.512,5	10.283.009

Dari tabel 5.4 dapat dilihat nilai prediksi data aktual. Nilai *fitted value* dimulai dari tahun 2008 karena sesuai pada rumus, 2 baris awal tidak ikut didalam perhitungan peramalan sehingga didapat peramalan banyaknya jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 2008 sebesar 5.012.575 ton, tahun 2009 sebesar 5.397.772 ton, tahun 2010 sebesar 5.836.177 ton, tahun 2011 sebesar 6.137.119 ton, tahun 2012 sebesar 6.400.963 ton, tahun 2013 sebesar 6.848.582 ton, tahun 2014 sebesar 7.197.511 ton, tahun 2015 sebesar 7.538.122 ton, tahun 2016 sebesar 8.256.498 ton, tahun 2017 sebesar 8.275.616 ton, tahun 2018 sebesar 8.621.175 ton, tahun 2019 sebesar 8.980.608 ton, tahun 2020 sebesar 9.684.342 ton, dan tahun 2021 sebesar 10.283.009 ton. Dapat juga dilihat *plot* berikut untuk melihat perbedaan antara data aktual dan nilai peramalan dari data produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021. Apabila dibandingkan dengan data aktual produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 2006-2021.

Nilai *fitted value* ini digunakan untuk melihat nilai hasil prediksi dugaan dari data aktual, hal ini membantu dalam melakukan peramalan untuk beberapa periode kedepan. Memang hasil peramalan tidak seluruhnya akan sama dengan hasil data yang sebenarnya, namun nilai hasil prediksi dugaan ini dapat dijadikan acuan sementara apabila tidak memiliki data aktual. Nilai data aktual dan data prediksi memiliki perbedaan, terkadang nilai hasil prediksi dugaan bisa lebih besar dan juga bisa lebih kecil dari nilai data aktual. Nilai data prediksi dugaan dari metode *Double Exponential Smoothing* ini lebih besar dibanding dengan data aktualnya. Sehingga data tersebut bisa dikatakan mengalami *overforecasting/underforecasting*. Maka dari itu nantinya akan dilakukan penambahan parameter *Damped* untuk meredam *overforecasting/underforecasting*, akan dilakukan perbandingan untuk melihat apakah hasil dengan metode *Double Exponential Smoothing Holt* lebih baik dibanding dengan *Double Exponential Smoothing* parameter *Damped*.

Pada gambar dibawah ini merupakan tampilan *plot* perbandingan data aktual dan data prediksi dugaan dari produksi kelapa sawit Provinsi Riau Tahun 2006-2021.



Gambar 5.3 Plot Data Aktual dan *Fitted Value* DES Holt

Dari Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa garis biru menunjukkan data aktual, serta garis merah menunjukkan nilai dugaan dari data (*fitted value*), dapat dilihat bahwa garis merah mengikuti pola garis biru yang artinya nilai dugaan mengikuti nilai dari data.

Selanjutnya menentukan nilai ukuran eror atau nilai akurasi peramalan dari data produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021 dengan *Double Exponential Smoothing* metode *Holt* menggunakan nilai MSE (*Mean Square Error*), RMSE (*Root Mean Square Error*), dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Didapat nilai ukuran eror atau nilai akurasi peramalan seperti berikut:

Tabel 5. 5 Nilai Ukuran Eror DES *Holt*

MSE	126.821.554.707
RMSE	356.120
MAPE	3,914

Dari tabel 5.5 dapat dilihat bahwa nilai MSE sebesar 126.821.554.707, nilai RMSE sebesar 356.120 dan nilai MAPE sebesar 3,914. Nilai ukuran eror ini nantinya digunakan untuk menjadi pembanding untuk menentukan metode terbaik antara *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter *Damped*.

5.5. *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter *Damped*

Pada penelitian dari data produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021 dengan *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter *Damped*, digunakan penambahan parameter *Damped*, jadi pada metode ini akan menggunakan 3 parameter yang optimum yaitu *alpha*, *beta*, dan *phi*. Parameter *Damped* disini bertujuan untuk mengurangi adanya *overforecasting/underforecasting* pada data. Maka didapat hasilnya seperti berikut:

Tabel 5. 6 Nilai *alpha*, *beta*, dan *phi* optimum

<i>Alpha</i>	0,462
<i>Beta</i>	0,0001
<i>Phi</i>	0,98

Dari tabel 5.6 dapat dilihat bahwa nilai *alpha* sebesar 0,462, nilai *beta* sebesar 0,0001, dan nilai *phi* sebesar 0,98. Dimana nilai *alpha*, *beta*, dan *phi* yang didapat merupakan nilai optimum.

Lalu dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *fitted value* atau nilai dugaan dari data aktual. Pada metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter *Damped* cara menghitung nilai *fitted value* hampir sama seperti pada *Double Exponential Smoothing Holt*, hanya saja nanti parameter *phi* ditambahkan kedalam rumus sebagai parameter *Damped* untuk meredam *overforecasting/underforecasting*, maka perhitungan nilai *fitted value Double Exponential Smoothing* dengan parameter *Damped* seperti berikut:

- Untuk $t = 2$

$$X_2 = 4.521.549$$

Pada $t = 2$ nilai S_t dan T_t menggunakan nilai awal $S_2 = X_2$ dan $T_2 = X_3 - X_2$ sehingga:

$$S_2 = 4.521.549$$

$$\begin{aligned} T_2 &= 4.521.549 - 4.030.523 \\ &= 491.026 \end{aligned}$$

- Untuk $t = 3$

$$X_3 = 4.812.885$$

$$S_3 = \alpha X_3 + (1 - \alpha)(S_{3-1} + DT_{3-1})$$

$$S_3 = \alpha X_3 + (1 - \alpha)(S_2 + DT_2)$$

$$S_3 = 0.462(4.812.885) + (1 - 0,462)(4.521.549 + 0,98 \times 491.026)$$

$$S_3 = 4.915.035$$

$$T_3 = \beta(S_3 - S_{3-1}) + (1 - \beta)DT_{3-1}$$

$$T_3 = \beta(S_3 - S_2) + (1 - \beta)DT_2$$

$$T_3 = 0,0001(4.915.035 - 4.521.549) + (1 - 0,0001)0,98 \times 491.026$$

$$T_3 = 481.197$$

- Untuk $t = 4$

$$X_4 = 5.311.368$$

$$S_4 = \alpha X_4 + (1 - \alpha)(S_{4-1} + DT_{4-1})$$

$$S_4 = \alpha X_4 + (1 - \alpha)(S_3 + DT_3)$$

$$S_4 = 0.462(5.311.368) + (1 - 0,462)(4.915.035 + 0,98 \times 481.197)$$

$$S_4 = 5.351.847$$

$$T_4 = \beta(S_4 - S_{4-1}) + (1 - \beta)DT_{4-1}$$

$$T_4 = \beta(S_4 - S_3) + (1 - \beta)DT_3$$

$$T_4 = 0,0001(5.351.847 - 4.915.035) + (1 - 0,0001)0,98 \times 481.197$$

$$T_4 = 471.567$$

Dan seterusnya sampai dengan perhitungan pada $t = 16$ seperti berikut:

- Untuk $t = 16$

$$X_{16} = 10.270.149$$

$$S_{16} = \alpha X_{16} + (1 - \alpha)(S_{16-1} + DT_{16-1})$$

$$S_{16} = \alpha X_{16} + (1 - \alpha)(S_{15} + DT_{15})$$

$$S_{16} = 0.462(10.270.149) + (1 - 0,462)(9.762.181 + 0,98 \times 377.483)$$

$$S_{16} = 10.195.886$$

$$T_{16} = \beta(S_{16} - S_{16-1}) + (1 - \beta)DT_{16-1}$$

$$T_{16} = \beta(S_{16} - S_{15}) + (1 - \beta)DT_{15}$$

$$T_{16} = 0,0001(10.270.149 - 9.762.181) + (1 - 0,0001)0,98 \times 377.483$$

$$T_{16} = 369.949$$

Tabel 5. 7 Nilai *Fitted Value* DES Parameter *Damped*

(t)	Tahun	Data aktual	Level(S_t)	Trend(T_t)	Fitted Value
1	2006	4.030.523	-	-	-
2	2007	4.521.549	4.521.549	491.026	-
3	2008	4.812.885	4.915.035	481.197	4.951.139
4	2009	5.311.368	5.351.847	471.567	5.321.661
5	2010	5.495.968	5.667.060	462.121	5.742.615
6	2011	5.748.867	5.948.503	452.861	6.045.829
7	2012	6.384.537	6.388.717	443.803	6.317.424
8	2013	6.646.997	6.742.033	434.869	6.749.061
9	2014	6.993.241	7.087.371	426.163	7.094.512
10	2015	8.059.846	7.761.345	417.665	7.432.467
11	2016	7.425.108	7.826.213	409.214	8.099.442
12	2017	8.113.852	8.174.856	401.024	8.157.386
13	2018	8.496.029	8.534.675	393.000	8.499.381
14	2019	9.513.208	9.193.963	385.167	8.852.698
15	2020	9.984.315	9.762.181	377.483	9.505.703
16	2021	10.270.149	10.195.886	369.949	10.067.757

Dari tabel 5.7 dapat dilihat nilai prediksi data aktual. Dimana pada tahun 2008 didapat peramalan banyaknya jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Riau sebesar 4.951.139 ton, tahun 2009 sebesar 5.321.661 ton, tahun 2010 sebesar 5.742.615 ton, tahun 2011 sebesar 6.045.829 ton, tahun 2012 sebesar 6.317.424 ton, tahun 2013 sebesar 6.749.061 ton, tahun 2014 sebesar 7.094.512 ton, tahun 2015 sebesar 7.432.467 ton, tahun 2016 sebesar 8.099.442 ton, tahun 2017 sebesar 8.157.386 ton, tahun 2018 sebesar 8.499.381 ton, tahun 2019 sebesar 8.852.698 ton, tahun 2020 sebesar 9.505.703 ton, dan tahun 2021 sebesar 10.067.757 ton. Dapat juga dilihat *plot* berikut untuk melihat perbedaan antara data aktual dan nilai peramalan dari data produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021. Apabila dibandingkan dengan data aktual produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 2006-2021.

Setelah mendapatkan nilai parameter optimum juga nilai *fitted value*, untuk menentukan nilai ukuran eror yang nantinya akan digunakan sebagai perbandingan dalam mencari metode terbaik, maka digunakan nilai MSE (*Mean Square Error*), RMSE (*Root Mean Square Error*), dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Hasil dari nilai ukuran eror tersebut dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel 5. 8 Nilai Ukuran Eror DES Parameter *Damped*

MSE	109.451.000.000
RMSE	330.834
MAPE	3,674

Dari tabel 5.8 dapat dilihat bahwa nilai MSE sebesar 109.451.000.000, nilai RMSE sebesar 330.834 dan nilai MAPE sebesar 3,674. Nantinya nilai ukuran eror ini yang akan menjadi pembanding antara metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter *Damped*.

5.6. Peramalan Dengan Menggunakan Metode Terbaik

Pada subbab sebelumnya sudah dijabarkan *output* atau hasil dari analisis data produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2006-2021 dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing* parameter *Damped*. Dari kedua metode tersebut, untuk mencari metode mana yang terbaik. Maka dilakukan perbandingan nilai ukuran eror dari MSE, RMSE, dan MAPE. Dibawah ini merupakan tabel perbandingan dari ketiga nilai ukuran eror tersebut:

Tabel 5. 9 Perbandingan Ukuran Eror DES *Holt* & DES Parameter *Damped*

	MSE	RMSE	MAPE
DES metode <i>Holt</i>	126.821.554.707	356.120	3,914
DES Parameter <i>Damped</i>	109.451.000.000	330.834	3,674

Dari tabel 5.9 dapat dilihat bahwa nilai ukuran eror *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter *Damped* lebih kecil dibanding dengan *Double Exponential Smoothing Holt*. Artinya dari kedua metode *Double Exponential*

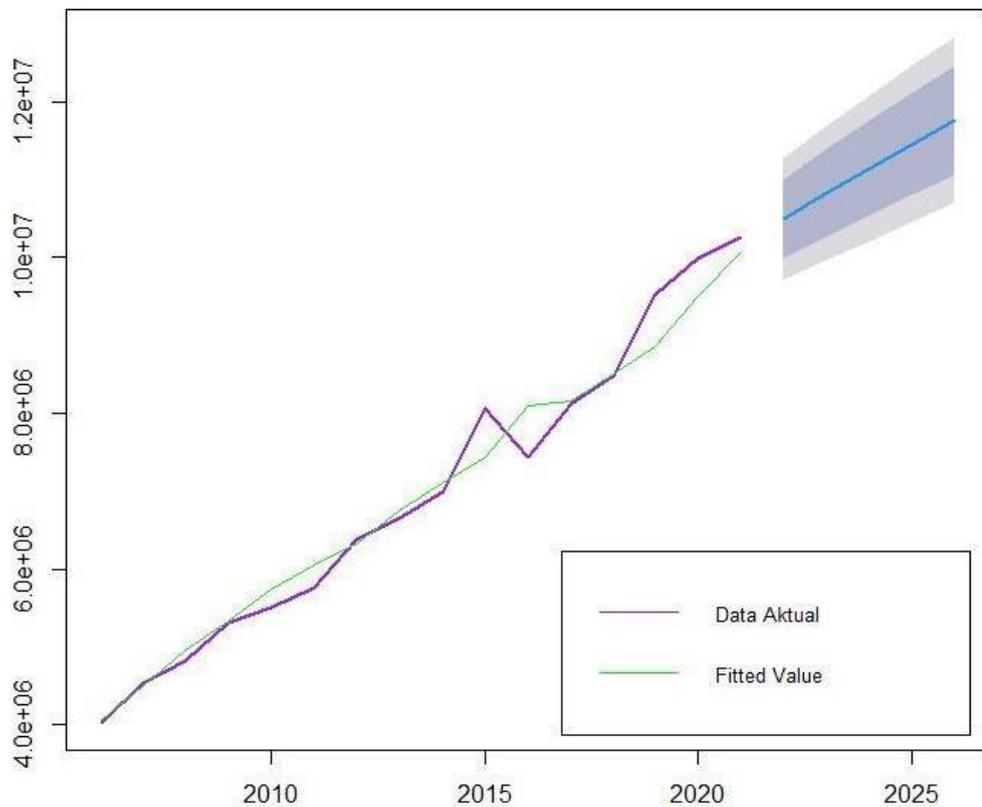
Smoothing yang digunakan, diperoleh metode terbaik dari masing-masing metode tersebut yang dilihat dari nilai ukuran eror terkecil. Hasil peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan Parameter *Damped* merupakan mode terbaik karena memiliki ukuran eror yang lebih kecil . Karena sudah didapat metode terbaik untuk dilakukan peramalan, selanjutnya dilakukan peramalan untuk produksi kelapa sawit Provinsi Riau lima periode kedepan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter *Damped*, hasil peramalannya seperti berikut:

Tabel 5. 10 Hasil peramalan DES Parameter *Damped*

Tahun	Hasil Peramalan
2022	10.495.392
2023	10.822.834
2024	11.143.728
2025	11.458.204
2026	11.766.390

Dari tabel 5.10 dapat dilihat bahwa hasil peramalan produksi kelapa sawit Provinsi Riau tahun 2022 sebesar 10.495.392 ton, tahun 2023 sebesar 10.822.834 ton, tahun 2024 sebesar 11.143.728 ton, tahun 2025 sebesar 11.458.204 ton, dan tahun 2026 sebesar 11.766.390 ton. Nilai peramalan untuk lima periode kedepan mengalami kenaikan yang tidak terlalu tinggi dari hasil produksi kelapa sawit tahun 2021 di Provinsi Riau. Untuk melihat hasil perbandingan data aktual, nilai *fitted value* dan hasil peramalan dalam bentuk *plot*, dapat dilihat seperti pada gambar berikut:

PRODUKSI KELAPA SAWIT PROVINSI RIAU



Gambar 5.4 Plot Hasil Peramalan DES Parameter *Damped*

Dari gambar 5.4 dapat dijelaskan bahwa garis yang berwarna ungu merupakan nilai data aktual dari produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 2006-2021 sedangkan garis warna hijau merupakan nilai *fitted value* atau nilai dugaan prediksi dari produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 2006-2021. Garis biru diujung merupakan nilai peramalan produksi kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 2022-2026, arsiran yang berwarna abu-abu tua dibawah garis biru merupakan nilai selang kepercayaan pesimis 80% sedangkan arsiran yang berwarna abu-abu tua diatas garis biru merupakan nilai selang kepercayaan optimis 80%, dan arsiran yang berwarna abu-abu muda dibawah garis biru merupakan nilai selang kepercayaan pesimis 95% sedangkan arsiran yang berwarna abu-abu muda diatas garis biru merupakan nilai selang kepercayaan optimis 95% dari hasil peramalan. *Plot* tersebut juga menjelaskan bahwa nilai *fitted value* mengikuti data aktual, namun pada tahun 2015 nilai *fitted value* tidak mengalami kenaikan nilai yang

tajam seperti pada data aktual. Hasil peramalan juga menunjukkan nilai yang akan naik dari tahun ketahunnya, yang berarti produksi kelapa sawit di Provinsi Riau dari tahun 2022 sampai dengan 2026 akan mengalami kenaikan yang signifikan. Sehingga hal ini bisa menjadi acuan untuk para pemilik kebun sawit untuk mengetahui bahwa prediksi produksi kelapa sawit akan mengalami kenaikan dari tahun-tahun sebelumnya.



BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari uraian bab-bab sebelumnya didalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa poin seperti berikut:

1. Dari penelitian yang sudah dilakukan, untuk melakukan perbandingan antara metode *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Double Exponential Smoothing Parameter Damped*, dilihat dari nilai ukuran eror. Didapat nilai ukuran eror dengan metode *Double Exponential Smoothing Holt* yaitu nilai MSE sebesar 126.821.554.707, nilai RMSE sebesar 356.120,1, dan nilai MAPE sebesar 3,913.964. Sedangkan nilai ukuran eror *Double Exponential Smoothing Parameter Damped* yaitu nilai MSE sebesar 109.451.000.000, nilai RMSE sebesar 330.833,8, dan nilai MAPE sebesar 3,06.738. Dapat dilihat perbandingan nilai ukuran eror dari kedua metode *Double Exponential Smoothing* tersebut bahwa nilai ukuran eror dari *Double Exponential Smoothing Parameter Damped* lebih kecil dibandingkan nilai ukuran error *Double Exponential Smoothing Holt* yang artinya *Double Exponential Smoothing Parameter Damped* merupakan metode terbaik untuk dilakukan peramalan produksi kelapa sawit di Provinsi Riau lima tahun kedepan.
2. Metode terbaik untuk dilakukan peramalan yaitu metode *Double Exponential Smoothing Parameter Damped*. Hasil peramalan tersebut dilihat bahwa hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Riau mengalami kenaikan yang tidak terlalu tinggi dari hasil produksi tahun 2021.

6.2. Saran

Berdasarkan dari penelitian yang sudah peneliti lakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Penambahan parameter *Damped* pada metode *Double Exponential Smoothing* sangat disarankan supaya nantinya data yang sedang dianalisis tidak mengalami *overforecasting/underforecasting*.

2. Pemerintah dapat menggunakan hasil penelitian yang sudah diperoleh sebagai acuan untuk mengetahui perkembangan produksi kelapa sawit di Provinsi Riau kedepannya, upaya peningkatan efisiensi sangat terkait dengan struktur pasar kelapa sawit, dikarenakan Provinsi Riau merupakan provinsi dengan penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia maka Pemerintah Provinsi Riau harus memberi berbagai kebijakan terhadap faktor-faktor produksi. Misalnya, menyediakan bibit unggul, memperlancar distribusi pupuk dan obat-obatan untuk produksi tanaman kelapa sawit yang lebih baik kedepannya.
3. Bagi penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode peramalan lain namun dengan data yang sama untuk mengetahui keakuratan hasil peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjasari, D. H., Listiwikono, E., & Yusuf, F. I. (2018). PERBANDINGAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT DAN METODE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT-WINTERS UNTUK PERAMALAN WISATAWAN GRAND WATU DODOL. *Jurnal Pendidikan Matematika & Matematika* , 12-25.
- Ariyanto, R., Puspitasari, D., & Ericawati, F. (2017). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing pada Peramalan Produksi Tanaman Pangan. *Jurnal Informatika Polinema*, 57-62.
- Assauri, S. (1984). *Teknik dan Metode Peramalan, Edisi Kesatu*. Jakarta: Fakultas Ekonomi. Universitas Indonesia.
- BPS. (2020). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- BPS. (2021). *Kelapa Sawit Provinsi Riau*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.
- Dwi Agoes Setiawan, S. W. (2020). Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Winter's dan Pegel's Exponential Smoothing dengan Pemantauan Tracking Signal. *JAMBURA JOURNAL OF MATHEMATICS*, 1-14.
- Edi Santosa, H. S. (2011). Peramalan Produksi Kelapa Sawit menggunakan Peubah Agroekologi di Kalimantan Selatan. *J. Agron Indonesia* , 193-199.
- Elison, M. H., Asrianto, R., & Aryanto. (2020). Prediksi Penjualan Papan Bunga Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *JURSIKTEKNI*, 45-56.
- Fajri, R., & Johan, T. M. (2017). Implementasi Peramalan Double Exponential Smoothing Pada Kasus Kekerasan Anak di Pusat Pelayanan Terpadu Pemberdayaan Perempuan dan Anak. *Ecotipe*, 6-13.
- Fitri Insani, I. H. (2019). Peramalan Produksi Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Dengan Regresi Linier Dan Algoritma Genetika (Studi Kasus : PT. Peputra Masterindo). *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)*, 262-269.

- Ghufra, L. (2017). Perbandingan Resiko Investasi Saham Syari'ah dengan Metode Var-Single Exponential Smoothing dan Var-Double Exponential Smoothing. *UIN Sunan Kali Jaga*.
- Hasan, & Iqbal, M. (2001). *Pokok-pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif) Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Hasanah, F. (2019). Penerapan Metode Exponential Smoothing dalam Memprediksi Jumlah Peserta Didik Baru di MAN 2 Kota Jambi (Studi Kasus di MAN 2 Kota Jambi). *UIN Sutha Jambi*.
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta: Grasindo.
- Hudiyanti, C. V., A.Bachtia, F., & Setiawan, B. D. (2019). Perbandingan Double Moving Averagedan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2667-2672.
- Indonesia, K. P. (2007, January 29). *Prospek dan Permasalahan Industri Sawit*. Dipetik June 18, 2022, dari Siaran Pers: <https://www.kemenprin.go.id/artikel/>
- Makridakis, Wheelwright, & McGee. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Nurkahfi, M. B., Prakoso, B. H., & Wahanggara, V. (2016). PERBANDINGAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN LEAST SQUARE UNTUK SISTEM PREDIKSI HASIL PRODUKSI TEH (Studi Kasus : PTPN XII Persero Kebun Bantaran Kabupaten Blitar).
- Pangestu, S. (1986). *Forecasting Konsep And Aplikasi*. Yogyakarta: BPEE UGM.
- Parwati, N. (2020). Perkiraan Jumlah Penumpang Menggunakan Exponential Smoothing Holt Winters. *UIN Syarif Hidayatullah*.
- Rabil, M. (2017). *PERAMALAN PERSENTASE PENDUDUK MISKIN DI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT DENGAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN DOUBLE MOVING AVERAGE*. Surabaya: Departemen Statistika Bisnis.
- Rizaty, M. A. (2022, 1 31). *Riau Miliki Luas Perkebunan Kelapa Sawit Terluas pada 2021*. Dipetik 4 4, 2022, dari databoks:

<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/01/31/riau-miliki-luas-perkebunan-kelapa-sawit-terluas-pada-2021#:~:text=Indonesia%20merupakan%20negara%20yang%20dikenal,mencapai%202%2C89%20juta%20ha.>

- Sari, I. K. (2021). Perbandingan Metode Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing pada Peramalan Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah. *UIN Walisongo Semarang* .
- Sendy Parlinsa Elvani, A. R. (2016). Peramalan jumlah produksi tanaman kelapa sawit dengan menggunakan metode arima (autoregressive integrated moving average). *Jurnal Manajemen*, 95-112.
- Sholeh, R. F., Dermawan, B. A., & Maulana, I. (2021). PERAMALAN HARGA EMAS DI INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAMPED TREND. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 328-339.
- Sinaga, H. D., & Irawati, N. (2018). PERBANDINGAN DOUBLE MOVING AVERAGE DENGAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA PERAMALAN BAHAN MEDIS HABIS PAKAI . *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 197-204 .
- SITORUS, Z. P. (2018). PERAMALAN JUMLAH PRODUKSI KELAPA SAWIT PROVINSI SUMATERA UTARA TAHUN 2018-2021 .
- Supratanto, J. (1977). *Statistik Teori dan Aplikasi* . Jakarta: Erlangga.
- Suwarto, & Yuke, O. (2010). *Budidaya Tanaman perkebunan Unggulan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syahza, A. (2012). Potensi Pembangunan Industri Hilir Kelapa Sawit di Daerah Riau, dalam Usahawan Indonesia. *Pusat Pengkajian Koperasi dan Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Unr*, 1-11.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2006-2021

Tahun	Produksi (ton)
2006	4.030.523
2007	4.521.549
2008	4.812.885
2009	5.311.368
2010	5.495.968
2011	5.748.867
2012	6.384.537
2013	6.646.997
2014	6.993.241
2015	8.059.846
2016	7.425.108
2017	8.113.852
2018	8.496.029
2019	9.513.208
2020	9.984.315
2021	10.270.149

Lampiran 2 Sintaks RStudio

```
> sawit=read.csv(file.choose(),header=TRUE,sep=";")
> View(sawit)
> sawit.ts=ts(sawit$Jumlah.Produksi,start=c(2006),frequency
= 1)
> ts.plot(sawit.ts,main="PRODUKSI KELAPA SAWIT TAHUN 2006-
2021",xlab="Tahun")
>
holtb.sawit=Holtwinters(sawit.ts,alpha=NULL,beta=NULL,gamma
=FALSE)
> holtb.sawit
Holt-winters exponential smoothing with trend and without
seasonal component.

Call:
Holtwinters(x = sawit.ts, alpha = NULL, beta = NULL, gamma
= FALSE)

Smoothing parameters:
  alpha: 0.4957607
  beta : 0.06899323
  gamma: FALSE

Coefficients:
      [,1]
a 10276633.6
b  449512.5
> holtb.sawit$fitted
Time Series:
Start = 2008
End = 2021
Frequency = 1
      xhat  level  trend
2008 5012575 4521549 491026.0
2009 5397772 4913577 484195.8
2010 5836177 5354936 481240.4
2011 6137119 5667515 469603.8
2012 6400963 5944639 456324.0
2013 6848582 6392819 455762.2
2014 7197511 6748644 448867.2
2015 7538122 7096242 441880.3
2016 8256498 7796772 459725.4
2017 8275616 7844327 431288.4
2018 8621175 8195420 425755.4
2019 8980608 8559133 421474.9
2020 9684342 9244650 439692.1
2021 10283009 9833057 449952.4
> sse=holtb.sawit$SSE
> sse
[1] 1.775502e+12
> mse=holtb.sawit$SSE/NROW(holtb.sawit$fitted)
> mse
[1] 126821554707
> rmse=sqrt(mse)
> rmse
[1] 356120.1
> mape=mean(abs((sawit.ts,holtb.sawit$fitted[,1])/sawit.ts),
na.rm=TRUE)*100
> mape
```

```

[1] 3.913964
> pred.holtb=predict(holtb.sawit,5)
> pred.holtb
Time Series:
Start = 2022
End = 2026
Frequency = 1
      fit
[1,] 10726146
[2,] 11175659
[3,] 11625171
[4,] 12074684
[5,] 12524196
> library(forecast)
> holt.sawit2=holt(sawit.ts,h=5,damped = TRUE,alpha=NULL,
beta=NULL, phi=NULL)
> holt.sawit2
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
2022    10495392    9984052    11006732    9713365    11277419
2023    10822834    10259534    11386134    9961341    11684327
2024    11143728    10532853    11754603    10209475    12077981
2025    11458204    10803183    12113225    10456435    12459972
2026    11766390    11070000    12462780    10701353    12831427
> holt.sawit2$model
Damped Holt's method

Call:
holt(y = sawit.ts, h = 5, damped = TRUE, alpha = NULL,
beta = NULL,

Call:
  phi = NULL)

Smoothing parameters:
alpha = 0.462
beta = 1e-04
phi = 0.98

Initial states:
l = 3593620.9352
b = 470974.4774

sigma: 399000.6

      AIC      AICC      BIC
463.0613 472.3946 467.6968
> holt.sawit2
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
2022    10495392    9984052    11006732    9713365    11277419
2023    10822834    10259534    11386134    9961341    11684327
2024    11143728    10532853    11754603    10209475    12077981
2025    11458204    10803183    12113225    10456435    12459972
2026    11766390    11070000    12462780    10701353    12831427
> holt.sawit2$fitted
Time Series:
Start = 2006
End = 2021
Frequency = 1
[1] 4055176 4496107 4951139 5321661 5742615 6045829
6317424 6749061 7094512 7432467 8099442
[12] 8157386 8499381 8852698 9505703 10067757

```

```

> mse=mean(holt.sawit2$residuals^2)
> mse
[1] 1.09451e+11
> rmse=sqrt(mse)
> rmse
[1] 330833.8
>
mape=mean(abs(holt.sawit2$residual)/sawit.ts,na.rm=TRUE)*100
> mape
[1] 3.06738
> plot(holt.sawit2,main="PRODUKSI KELAPA SAWIT PROVINSI
RIAU",col="purple",lwd=2)
> lines(holt.sawit2$fitted,col="green")
> legend("bottomright",legend=c("Data Aktual","Fitted
Value"),col=c("purple","green"),lty=1,cex=0.8,inset=0.02)

```

