

**PERBANDINGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL  
GANDA (LINIER SATU PARAMETER) DAN METODE  
PEMULUSAN ADAPTIF SATU PARAMETER DARI BROWN**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Statistika

oleh:  
**DIMAS DWI SANDY**  
**0910950030-95**



**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI  
PERBANDINGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL  
GANDA (LINIER SATU PARAMETER) DAN METODE  
PEMULUSAN ADAPTIF SATU PARAMETER DARI BROWN**

**oleh:  
DIMAS DWI SANDY  
0910950030-95**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 12 November 2013  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Statistika**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Prof. Dr. Ir. Waego Hadi Nugroho  
NIP. 195212071979031003**

**Ir. Heni Kusdarwati, M.S  
NIP. 196112081987012001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Abdul Rouf Alghofari, MSc.  
NIP. 196709071992031001**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Dwi Sandy  
NIM : 0910950030  
Jurusan : Matematika  
Penulis Skripsi Berjudul : Perbandingan Metode Pemuluan  
Ekspensial Ganda (Linier Satu  
Parameter) dan Metode Pemuluan  
Adaptif Satu Parameter dari Brown

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 12 November 2013

Yang menyatakan,

Dimas Dwi Sandy  
NIM. 0910950030

# PERBANDINGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL GANDA (LINIER SATU PARAMETER) DAN METODE PEMULUSAN ADAPTIF SATU PARAMETER DARI BROWN

## ABSTRAK

Metode Pemulusan Eksponsensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) adalah salah satu metode pemulusan yang memiliki persamaan yang memuluskan *trend*. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown merupakan salah satu metode pemulusan yang peka terhadap pengamatan yang menyimpang cukup jauh ataupun *outlier*. Selain itu, metode ini juga memiliki persamaan yang memuluskan *trend*. Kedua metode tersebut, yakni Metode Pemulusan Eksponsensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown akan meramalkan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Utama Indonesia, yaitu Bandara Juanda dan Soekarno Hatta. Jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Utama Indonesia merupakan data deret waktu yang memiliki pola *trend* linier dan pengamatan yang menyimpang cukup jauh atau *outlier*. Tujuan penelitian ini adalah memodelkan dan meramalkan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Utama Indonesia dengan Metode Pemulusan Eksponsensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown. Selain itu, juga dibandingkan hasil peramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Utama Indonesia antara Metode Pemulusan Eksponsensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown dengan  $\delta=0,83$  dan  $\delta=0,87$  lebih baik dalam meramalkan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Utama Indonesia, karena memiliki nilai MAPE dan MAD yang lebih minimum dibanding Metode Pemulusan Eksponsensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan  $\alpha=0,2$  dan  $\alpha=0,14$ .

**Kata Kunci:** Metode Pemulusan Eksponsensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown), Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown, *Trend*, *Outlier*, MAPE dan MAD.

# **COMPARISON OF DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING METHOD (LINEAR ONE PARAMETER) AND ADAPTIVE ONE PARAMETER SMOOTHING METHOD FROM BROWN**

## **ABSTRACT**

Double Exponential Smoothing Method (Linear One Parameter from Brown) is one of the smoothing method which has a smooth trend equation . Adaptive One Parameter Smoothing Method from Brown is one of the smoothing method that is sensitive to the observation that deviates far enough or outliers . In addition, this method also has a smooth trend equation. Both of method, namely Double Exponential Smoothing Method (Linear One Parameter from Brown) and Adaptive One Parameter Smoothing Method from Brown will predict the quantity of goods loaded on a domestic flight in Indonesia Top Airport, Juanda Airport and Soekarno Hatta Airport. Quantity of goods loaded on a domestic flight in Indonesia Top Airport is a time series data have linear trends and patterns that deviate far enough observations or outliers . The purpose of this study is to model and predict the number of items loaded on a domestic flight in Indonesia Top Airport with Double Exponential Smoothing Methods (Linear One Parameter from Brown) and Adaptive One Parameter Smoothing Method from Brown. It also compared the results of forecasting the amount of goods loaded on a domestic flight in Indonesia Top Airport between Double Exponential Smoothing Methods (Linear One Parameter from Brown) and Adaptive One Parameter Smoothing Method from Brown. Adaptive One Parameter Smoothing Method from Brown with  $\delta = 0.83$  and  $\delta = 0.87$  is better in predicting the number of items loaded on a domestic flight in Indonesia Top Airport , because it has a value of MAPE and MAD is more than minimum Double Exponential Smoothing Methods (Linear One Parameter from Brown) with  $\alpha = 0.2$  and  $\alpha = 0.14$ .

**Key Words:** Double Exponential Smoothing Methods (Linear One Parameter from Brown), Adaptive One Parameter Smoothing Method from Brown, *Trend*, *Outlier*, MAPE and MAD.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Robbil 'alamin*, puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PERBANDINGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL GANDA (LINIER SATU PARAMETER) DAN METODE PEMULUSAN ADAPTIF SATU PARAMETER DARI BROWN”**. Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah bantuan kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Waego Hadi Nugroho-Dosen Pembimbing I, Ibu Ir. Heni Kusdarwati, M.S-Dosen Pembimbing II dan Ibu Suci Astutik, S.Si, M.Si-Ketua Penguji yang telah memberikan bimbingan, masukan, pengarahan dan motivasi hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc selaku Ketua Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Staf pengajar statistika dan administrasi Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang atas ilmu pengetahuan dan bantuan yang telah diberikan.
4. Ayah, Ibu, Kakak, Adik dan keluarga besar Bapak Mudjiono tercinta atas kasih sayang, doa, nasehat dan dukungan yang selama ini telah diberikan kepada penulis.
5. Rajuliaddin Ramadhan, Teguh Prasetyo, M. Zainur Rohman, Suma Suci Sholihah dan Lia Kurniasari sebagai teman, kawan, sahabat atas bantuan, dukungan, kerjasama dan segala hal yang telah dilakukan selama ini.
6. Teman-teman Statistika Universitas Brawijaya atas bantuan, dukungan dan kerjasamanya.
7. Teman-teman satu bimbingan atas bantuan, dukungan dan kerjasamanya.
8. Teman-teman “SS-246” atas dukungan, bantuan, semangat dan kekeluargaannya selama ini.
9. Teman-teman “Kos Pak Imam” atas dukungan, bantuan, semangat dan persahabatannya selama ini.

10. Semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Malang, 12 November 2013

Penulis



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR ISI

|                                                                                      |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                                           | i     |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....                                               | ii    |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....                                                       | iii   |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                                                 | iv    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                                | v     |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                                          | vi    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                                              | ix    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                                            | xiii  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                                           | xv    |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                                         | xvii  |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                                   | <br>1 |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                             | 1     |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                            | 2     |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                                           | 3     |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                                             | 3     |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                                          | 3     |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                             | <br>5 |
| 2.1 Peramalan.....                                                                   | 5     |
| 2.2 Metode Pemulusan .....                                                           | 6     |
| 2.3 Metode Pemulusan Eksponensial .....                                              | 7     |
| 2.4 Pemodelan dan Peramalan dengan Metode Pemulusan<br>Eksponensial.....             | 7     |
| 2.4.1 Identifikasi Plot Data. ....                                                   | 7     |
| 2.4.2 Penentuan Metode Pemulusan Eksponensial ....                                   | 8     |
| 2.4.3 Menentukan Nilai Konstanta Pemulusan<br>(Pembobot) Optimum .....               | 9     |
| 2.4.4 Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier<br>Satu Parameter dari Brown)..... | 10    |
| 2.4.5 Metode Adaptif Satu Parameter dari Brown...                                    | 11    |
| 2.4.6 Inisialisasi Awal.....                                                         | 12    |
| 2.4.7 Ukuran Ketepatan Metode Peramalan .....                                        | 13    |
| 2.5 Tinjauan Non Statistika .....                                                    | 13    |
| 2.5.1 Profil Perusahaan dan Bandara Udara.....                                       | 13    |
| 2.5.2 Data Jumlah Barang yang Dimuat dalam<br>Penerbangan.....                       | 14    |

|                                                                                                                             |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                                                                  | <b>15</b>     |
| 3.1 Sumber Data.....                                                                                                        | 15            |
| 3.2 Metode Penelitian.....                                                                                                  | 15            |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian.....                                                                                            | 18            |
| <br><b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                                                                | <br><b>21</b> |
| 4.1 Plot Data Deret Waktu .....                                                                                             | 21            |
| 4.1.1 Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat pada<br>Penerbangan Domestik di Bandara Juanda .....                              | 21            |
| 4.1.2 Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat pada<br>Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno<br>Hatta .....                   | 22            |
| 4.2 Inisialisasi Nilai Awal .....                                                                                           | 24            |
| 4.2.1 Inisialisasi Nilai Awal Data Jumlah Barang<br>yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di<br>Bandara Juanda .....        | 24            |
| 4.2.2 Inisialisasi Nilai Awal Data Jumlah Barang<br>yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di<br>Bandara Soekarno Hatta..... | 24            |
| 4.3 Pemodelan Metode Pemulusan .....                                                                                        | 24            |
| 4.3.1 Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier<br>Satu Parameter dari Brown).....                                        | 24            |
| 4.3.2 Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari<br>Brown.....                                                            | 26            |
| 4.4 Penentuan Nilai Pembobot Optimum dan Uji<br>Kelayakan Model .....                                                       | 26            |
| 4.4.1 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada<br>Penerbangan Domestik di Bandara Juanda .....                                   | 27            |
| 4.4.2 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada<br>Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno<br>Hatta .....                        | 30            |
| 4.5 Peramalan.....                                                                                                          | 34            |
| 4.5.1 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat<br>pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda<br>.....                      | 34            |
| 4.5.2 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat<br>pada Penerbangan Domestik di Bandara<br>Soekarno Hatta.....               | 37            |

|                                                                                                                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.6 Perbandingan Ukuran Ketepatan dari Metode<br>Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu<br>Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan<br>Adaptif Satu Parameter dari Brown ..... | 40        |
| 4.6.1 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada<br>Penerbangan Domestik di Bandara Juanda .....                                                                                              | 40        |
| 4.6.2 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada<br>Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno<br>Hatta .....                                                                                   | 41        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                                                                                                                | <b>43</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                                                                                                                                    | 43        |
| 5.2 Saran.....                                                                                                                                                                         | 44        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                                                                                                            | <b>45</b> |



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR TABEL

|           |                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 | Tabel Pembobotan pada Metode Eksponensial Smoothing.....                                                                                                                                            | 10 |
| Tabel 4.1 | Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.....         | 27 |
| Tabel 4.2 | Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Adaptif dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda .....                          | 29 |
| Tabel 4.3 | Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta .... | 31 |
| Tabel 4.4 | Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Adaptif dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.....                   | 33 |
| Tabel 4.5 | Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown.....                                              | 35 |
| Tabel 4.6 | Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.....                                                                | 37 |
| Tabel 4.7 | Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown .....                                     | 38 |
| Tabel 4.8 | Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown .....                                                       | 40 |

Tabel 4.9 Perbandingan Ukuran Ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown .....41

Tabel 4.10 Perbandingan Ukuran Ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown .....41

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                                                                                                                              |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1  | Jenis Pola Data.....                                                                                                                                                         | 8  |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir Peramalan dengan Metode Pemulusan 19                                                                                                                            |    |
| Gambar 4.1  | Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat dalam Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.....                                                                                        | 21 |
| Gambar 4.2  | Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat dalam Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta                                                                                     | 22 |
| Gambar 4.3  | Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.....          | 27 |
| Gambar 4.4  | Plot ACF Sisaan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda ....                                                                              | 28 |
| Gambar 4.5  | Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.....          | 29 |
| Gambar 4.6  | Plot ACF Sisaan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda ....                                                                              | 30 |
| Gambar 4.7  | Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta ..... | 31 |
| Gambar 4.8  | Plot ACF Sisaan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.....                                                                      | 32 |
| Gambar 4.9  | Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta ..... | 33 |
| Gambar 4.10 | Plot ACF Sisaan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.....                                                                      | 34 |

|             |                                                                                                                                                          |    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.11 | Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown .....         | 35 |
| Gambar 4.12 | Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown .....                           | 36 |
| Gambar 4.13 | Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown ..... | 38 |
| Gambar 4.14 | Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.....                    | 39 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|            |                                                                                                                                                                                                                               |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 | Data Jumlah Barang yang Dimuat Pada Penerbangan Domestik di Bandara Udara Juanda .....                                                                                                                                        | 47 |
| Lampiran 2 | Data Jumlah Barang yang Dimuat Pada Penerbangan . Domestik di Bandara Udara Soekarno Hatta.....                                                                                                                               | 48 |
| Lampiran 3 | Formula pada <i>Microsoft Excel</i> 2007 untuk Metode Pemulusan Ekspensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) .....                                                                                                     | 49 |
| Lampiran 4 | Formula pada <i>Microsoft Excel</i> 2007 untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.....                                                                                                                        | 50 |
| Lampiran 5 | <i>Output Microsoft Excel</i> 2007 untuk Metode Pemulusan Ekspensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda ( $\alpha=0,2$ ).....           | 51 |
| Lampiran 6 | <i>Output Microsoft Excel</i> 2007 untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda ( $\delta=0,83$ ).....                            | 52 |
| Lampiran 7 | <i>Output Microsoft Excel</i> 2007 untuk Metode Pemulusan Ekspensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta ( $\alpha=0,14$ ) ..... | 53 |
| Lampiran 8 | <i>Output Microsoft Excel</i> 2007 untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta ( $\delta=0,87$ ).....                    | 54 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Deret waktu adalah sekumpulan pengamatan yang tersusun berurutan menurut waktu (Chatfield, 1995:1). Data deret waktu dikumpulkan secara periodik, misal dalam jam, hari, minggu, bulan, dan tahun. Karena dikumpulkan menurut waktu, maka tiap pengamatan dalam deret waktu memiliki beda waktu (*time-lag*) antara pengamatan satu dengan yang lain. *Time-lag* menjadi dasar adanya suatu perencanaan untuk masa depan. Perencanaan inilah yang akhirnya berkembang menjadi sebuah peramalan.

Peramalan adalah kegiatan yang bertujuan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa datang. Agar hasil peramalan baik atau tepat maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Salah satunya adalah memperhatikan pola dari data deret waktu yang diramalkan. Pola data deret waktu ada 4 jenis, salah satu pola dari data deret waktu adalah *trend*.

*Trend* adalah suatu kecenderungan pengamatan dalam data deret waktu untuk semakin naik atau turun nilainya seiring dengan bertambahnya waktu. Salah satu metode pemulusan yang mampu mengatasi adanya *trend* linier pada data deret waktu adalah Metode Pemulusan Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown). Metode pemulusan ini adalah perluasan dari Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal. Perbedaannya, pada Metode Pemulusan Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) ditambahkan persamaan untuk memuluskan *trend* linier. Edyan (2009) dalam penelitiannya, menunjukkan bahwa Metode Pemulusan Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) mampu mengatasi *trend* linier dari data deret waktu.

Selain pola data, hal lain yang perlu diperhatikan dalam meramalkan data deret waktu agar hasilnya optimal adalah keberadaan pengamatan yang berfluktuasi besar atau menyimpang cukup jauh, bahkan bisa disebut *outlier*. Peristiwa luar biasa, seperti perang, bencana alam, krisis ekonomi dan sebagainya dapat mempengaruhi data deret waktu sehingga tidak konsisten dalam *series*nya. Data yang seperti ini disebut *outlier* (Wei, 2006:223). *Outlier* adalah pengamatan yang secara umum tidak dapat dijelaskan

oleh model ARIMA dan asumsi normalitas yang mendasarinya (Kaiser dan Maravall, 2001:3). *Outlier* cenderung berkaitan dengan peristiwa khusus yang tidak teratur yang menghasilkan penyimpangan pada data deret waktu.

Metode pemulusan yang biasanya peka terhadap data yang memiliki pengamatan yang menyimpang cukup jauh ataupun *outlier* adalah Metode Pemulusan Adaptif. Salah satunya adalah Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown. Metode ini juga memiliki persamaan untuk memuluskan *trend* linier sehingga dapat mengatasi adanya *trend* linier dalam data deret waktu. Selain itu, metode ini memiliki persamaan yang sedikit berbeda dengan metode pemulusan eksponensial lainnya, yakni dengan memuluskan kesalahan sekarang pada persamaan pemulusan keseluruhan dan pada persamaan pemulusan *trend*.

Oleh karena itu, pada penelitian ini ingin dibandingkan antara Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) pada Data Jumlah Barang yang Dimuat Dalam Penerbangan Domestik Di Bandara Utama Indonesia, khususnya di Bandara Juanda dan Soekarno Hatta. Kedua Bandara tersebut merupakan Bandara Domestik yang memiliki peran sentral dalam perkembangan transportasi dan pariwisata di pulau Jawa. Jumlah barang yang dimuat dalam penerbangan domestik merupakan data yang dikumpulkan tiap bulan sehingga termasuk data deret waktu. Dilihat dari pengamatan tiap bulan, jumlah barang yang dimuat dalam penerbangan domestik ini mengalami peningkatan. Akan tetapi, terkadang jumlah barang yang dimuat dalam penerbangan domestik ini berfluktuasi tak menentu dan menyimpang cukup jauh dari susunan datanya, sehingga data ini diyakini mengandung *trend* linier dan *outlier*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana memodelkan dan meramalkan data deret waktu dengan menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)?

2. Bagaimana memodelkan dan meramalkan data deret waktu dengan menggunakan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown?
3. Bagaimana hasil peramalan data deret waktu dengan menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dibandingkan dengan hasil peramalan dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada data yang mengandung *trend* linier dan *outlier*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memodelkan dan meramalkan data deret waktu dengan menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown).
2. Memodelkan dan meramalkan data deret waktu dengan menggunakan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.
3. Membandingkan hasil peramalan data deret waktu yang mengandung *trend* linier dan *outlier* antara metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah peramalan data deret waktu, yaitu Data Jumlah Barang Yang Dimuat Pada Penerbangan Domestik Di Bandara Utama Indonesia dengan metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan tentang pemodelan dan peramalan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown), dan juga khususnya pemodelan dan peramalan dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown yang masih jarang digunakan.

2. Memberikan informasi tentang metode yang lebih baik dalam meramalkan data deret waktu, khususnya pada data yang mengandung *trend* linier dan *outlier* antara Metode Pemuluan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemuluan Adaptif Satu Parameter dari Brown.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peramalan

Peramalan adalah kegiatan yang bertujuan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa datang. Adanya *time-lag* (beda waktu) adalah alasan yang mendasari adanya peramalan. Peramalan dibutuhkan untuk menentukan terjadinya suatu peristiwa, sehingga dapat dilakukan suatu tindakan yang tepat untuk peristiwa tersebut (Makridakis, dkk., 1988:3). Dalam aplikasinya, model *time series* sering digunakan untuk peramalan karena pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan pengamatan masa lalu dari suatu variabel.

Montgomery, dkk. (2008:3) mengatakan bahwa secara umum, terdapat dua jenis metode peramalan, yaitu Metode Peramalan Kualitatif dan Metode Peramalan Kuantitatif. Metode Peramalan Kualitatif lebih sering bersifat subyektif dan biasanya merupakan hasil dari pemikiran para tenaga ahli. Metode Peramalan Kualitatif sering digunakan apabila data historis (pengamatan masa lalu) yang dapat dipakai sebagai dasar peramalan hanya sedikit, bahkan tidak ada. Di lain sisi, Metode Peramalan Kuantitatif biasanya digunakan apabila terdapat data historis yang cukup memadai untuk meramalkan masa mendatang (Arsyad, 1993:36).

Makridakis, dkk. (1988:8) mengemukakan bahwa peramalan kuantitatif dapat dilakukan apabila memenuhi tiga kondisi. Tiga kondisi tersebut adalah:

1. Terdapat informasi yang cukup mengenai masa lalu.
2. Informasi tentang data masa lalu tersebut berupa data kuantitatif.
3. Pola data masa lalu dapat diasumsikan akan terus berlanjut di masa mendatang.

Menurut Montgomery, dkk. (2008:4), terdapat beberapa tipe model peramalan dalam Metode Peramalan Kuantitatif yang biasa digunakan, yakni sebagai berikut:

#### 1. Model Regresi

Model Regresi memiliki konsep dasar mengenai hubungan antara variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen terkait. Model regresi juga disebut model peramalan kausal

karena variabel independen diasumsikan dapat menjelaskan keragaman dari variabel dependen tersebut.

## 2. Model Pemulusan

Model Pemulusan memiliki konsep dasar dengan penggunaan sebuah persamaan sederhana dari data masa lalu untuk meramalkan masa mendatang. Model ini sering menggunakan metode coba salah pada penentuan parameternya dengan mudah untuk memberikan hasil yang memuaskan.

## 3. Model ARIMA

Model ARIMA memiliki konsep dasar dengan penggunaan statistik data historis untuk menetapkan suatu model, kemudian menaksir parameter model tersebut dengan metode yang biasa digunakan, yaitu metode kuadrat terkecil.

### 2.2 Metode Pemulusan

Metode pemulusan adalah metode peramalan yang melakukan pembobotan atau pemulusan pada data masa lalu untuk menaksir nilai pada periode yang akan datang. Secara umum metode pemulusan dapat diklasifikasikan seperti berikut (Makridakis, dkk., 1988:60):

#### 1. Metode Rata-rata

Metode rata-rata dibagi menjadi empat jenis, yaitu:

- a. Nilai tengah
- b. Rata-rata bergerak tunggal
- c. Rata-rata bergerak ganda
- d. Kombinasi rata-rata bergerak lainnya.

#### 2. Metode Pemulusan Eksponensial

Metode Pemulusan Eksponensial terdiri dari:

- a. Pemulusan Eksponensial Tunggal
  1. Satu Parameter
  2. Pendekatan Adaptif (ARRSES)
- b. Pemulusan Eksponensial Ganda
  1. Metode Linier Satu Parameter dari Brown
  2. Metode Dua Parameter dari Holt
- c. Pemulusan Eksponensial Triple
  1. Metode Kuadratik Satu Parameter dari Brown
  2. Metode Musiman Tiga Parameter dari Winter

### 3. Metode Pemulusan lainnya

- Metode Kontrol Adaptif dari *Chow*
- Metode Adaptif Satu Parameter dari *Brown*
- Metode Pemulusan Tiga Parameter *Box-Jenkins*
- Metode Pemulusan Harmonis Dari *Harisson*
- Sistem Pemantauan Dari Tiga *Trigg*

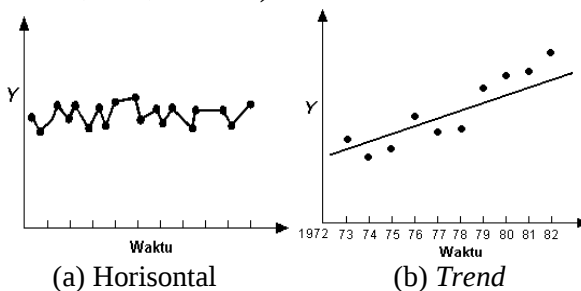
### 2.3 Metode Pemulusan Eksponensial

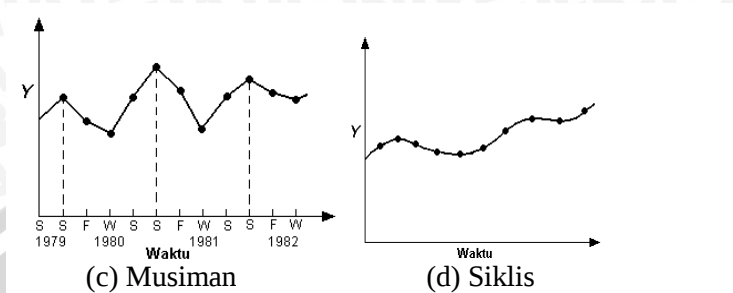
Metode Pemulusan Eksponensial adalah metode peramalan yang digunakan untuk memuluskan dan meramalkan suatu deret berkala dengan parameter yang ditentukan secara eksplisit. Metode tersebut didasarkan pada pembobotan yang menurun secara eksponensial dari pengamatan terbaru hingga pengamatan lama (Makridakis, dkk., 1988:79). Semua pengamatan diberikan bobot, di mana bobot untuk pengamatan terbaru lebih besar daripada pengamatan yang lalu.

### 2.4 Pemodelan dan Peramalan dengan Metode Pemulusan Eksponensial

#### 2.4.1 Identifikasi Plot Data.

Plot data adalah langkah untuk mengetahui pola dari data sehingga dapat menentukan metode pemulusan. Plot data terbagi menjadi 4 jenis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Makridakis, dkk., 1988:11):





Gambar 2.1 Jenis Pola Data

Berdasarkan Gambar 2.1 di atas, dapat dijelaskan bahwa:

1. Gambar (a) menunjukkan bahwa data memiliki pola horisontal. Data disebut berpola horisontal apabila nilai pengamatan dari data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata (stasioner).
2. Gambar (b) menunjukkan bahwa data memiliki pola *trend*. Data disebut berpola *trend* apabila nilai pengamatan dari data cenderung meningkat/menurun seiring dengan pertambahan waktu.
3. Gambar (c) menunjukkan bahwa data memiliki pola musiman. Data disebut berpola musiman apabila nilai pengamatan dari data mengalami perubahan yang berulang dalam jangka waktu pendek.
4. Gambar (d) menunjukkan bahwa data memiliki pola siklis. Data disebut berpola siklis apabila nilai pengamatan dari data mengalami perubahan yang berulang dalam jangka waktu panjang.

#### 2.4.2 Penentuan Metode Pemulusan Eksponensial.

Berdasarkan pola data yang sudah teridentifikasi, maka dipilih Metode Pemulusan Eksponensial yang sesuai. Cara pemilihan Metode Pemulusan Eksponensial adalah:

1. Bila plot data berpola acak (horisontal), tanpa adanya unsur *trend* (kecenderungan naik atau turun), unsur musiman ataupun unsur siklis, maka metode yang digunakan adalah metode Pemulusan Eksponensial Tunggal. Pola ini terjadi apabila nilai data berkisar di antara nilai rata-rata yang konstan (stasioner).
2. Bila plot data berpola acak dan *trend*, akan tetapi tidak terdapat unsur musiman dan siklis, serta *trend* bersifat linier, maka metode yang digunakan adalah metode Pemulusan Eksponensial Ganda

(Linier Satu Parameter dari Brown atau Dua Parameter dari Holt). Jika *trend* kuadratik, maka metode yang digunakan adalah metode Pemulusan Eksponensial *Triple* (Metode Kuadratik dari Brown). Pola ini terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunan jangka panjang dalam data.

3. Bila plot data terdapat unsur acak, *trend* dan musiman tetapi tidak terdapat unsur siklis, maka metode yang dapat digunakan adalah metode Pemulusan Eksponensial *Triple* dari Winter. Pola ini terjadi jika suatu deret waktu dipengaruhi oleh faktor musiman, artinya data tersebut berpola periodik untuk jangka waktu tertentu, misal tiap tahun (12 bulanan).
4. Bila plot data terdapat unsur acak, *trend*, musiman dan siklis, maka metode yang digunakan adalah metode Dekomposisi Siklus. Pola ini terjadi jika datanya dipengaruhi oleh fluktuasi pada jangka panjang. Perbedaan antara musiman dan siklis adalah bahwa pengaruh musiman berulang pada interval waktu yang tetap sepanjang tahun, bulan atau minggu sedangkan siklis tidak bersifat tetap (dapat bervariasi dari satu siklus ke siklus lain).

#### 2.4.3 Menentukan Nilai Konstanta Pemulusan (Pembobot) Optimum

Nilai konstanta pemulusan pada Metode Pemulusan Eksponensial berperan sebagai pembobot. Nilai konstanta pemulusan ini memiliki ciri khas menurun secara eksponensial dari dari pengamatan terbaru hingga pengamatan lama. Secara matematis, konsep pembobotan yang menurun secara eksponensial tersebut dapat dilihat pada Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal (Makridakis, dkk., 1988:81):

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2.1)$$

Sedangkan nilai  $F_t$  sendiri didapatkan dari (Brown, 1956:1):

$$F_t = \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (2.2)$$

Sehingga apabila persamaan (2.2) disubstitusikan ke persamaan (2.1) menjadi:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)[\alpha X_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}] \quad (2.3)$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + (1 - \alpha)^2 F_{t-1} \quad (2.4)$$

Dan jika proses substitusi ini dilanjutkan untuk  $F_{t-1}$ ,  $F_{t-2}$  dan seterusnya maka akan menjadi:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha)X_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2X_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^3X_{t-3} + \dots + \alpha(1-\alpha)^{N-t}X_{t-N+1} \quad (2.5)$$

Berikut adalah contoh dalam tabel dari nilai pembobot yang menurun secara eksponensial:

Misal dengan nilai pembobot 0,2 dan 0,4

Tabel 2.1 Tabel Pembobotan pada Metode Eksponensial Smoothing

| Nilai pembobot | $\alpha = 0,2$ | $\alpha = 0,4$ |
|----------------|----------------|----------------|
| $X_t$          | 0,2            | 0,4            |
| $X_{t-1}$      | 0,16           | 0,24           |
| $X_{t-2}$      | 0,128          | 0,144          |
| $X_{t-3}$      | 0,1074         | 0,0864         |
| $X_{t-4}$      | $(0,2)(0,8)^4$ | $(0,4)(0,6)^4$ |

Salah satu masalah dalam penggunaan Metode Pemulusan Eksponensial adalah usaha mendapatkan nilai  $\alpha$  (konstanta pemulusan) yang optimal atau yang meminimumkan kesalahan peramalan. Penentuan nilai pembobot optimum dilakukan dengan coba salah sehingga diperoleh MAPE atau MAD yang minimum (Makridakis, dkk., 1988).

#### 2.4.4 Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

Dasar pemikiran dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) sama dengan Metode Rata-Rata Bergerak Ganda. Langkah awal pada Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) ini adalah memuluskan data dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal, kemudian melakukan pemulusan kembali terhadap hasil Pemulusan Eksponensial Tunggal tersebut. Perbedaan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal adalah adanya persamaan yang digunakan untuk memuluskan *trend*/kecenderungan naik atau turun pada Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown). Perhitungan yang digunakan dalam metode ini adalah (Makridakis, dkk., 1988:88):

##### 1. Pemulusan Eksponensial Tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} \quad (2.6)$$

2. Pemulusan Eksponensial Ganda

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (2.7)$$

3. Pemulusan Keseluruhan

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (2.8)$$

4. Pemulusan *Trend*

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (2.9)$$

5. Ramalan

$$F_{t+m} = a_t + mb_t \quad (2.10)$$

di mana:

$S'_t$  = pemulusan eksponensial tunggal periode ke- $t$

$S'_{t-1}$  = pemulusan eksponensial tunggal periode ke- $(t-1)$

$S''_t$  = pemulusan eksponensial ganda periode ke- $t$

$S''_{t-1}$  = pemulusan eksponensial ganda periode ke- $(t-1)$

$\alpha$  = konstanta pemulusan

$X_t$  = data aktual periode ke- $t$

$a_t$  = pemulusan keseluruhan periode ke- $t$

$b_t$  = pemulusan *trend* periode ke- $t$

$F_{t+m}$  = ramalan untuk  $m$  periode ke depan

$m$  = periode ke depan

#### 2.4.5 Metode Adaptif Satu Parameter dari Brown

Metode Adaptif Satu Parameter dari Brown menggunakan satu konstanta (dengan nilai antara 0 sampai 1). Konsep utama metode ini sama seperti Metode Pemulusan Adaptif lainnya, yakni metode ini lebih peka terhadap pengamatan yang berfluktuasi besar atau menyimpang cukup jauh. Metode ini memuluskan kesalahan sekarang pada persamaan pemulusan keseluruhan dan pada persamaan pemulusan *trend*. Perhitungan yang digunakan dalam metode ini adalah (Makridakis, dkk., 1988:105):

1. Pemulusan Keseluruhan

$$S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1-\delta^2) e_t \quad (2.11)$$

2. Pemulusan *Trend*

$$b_t = b_{t-1} + (1-\delta)^2 e_t \quad (2.12)$$

3. Ramalan

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (2.13)$$

di mana:

- $S_t$  = pemulusan keseluruhan periode ke- $t$
- $S_{t-1}$  = pemulusan keseluruhan periode ke- $(t-1)$
- $b_t$  = pemulusan *trend* periode ke- $t$
- $b_{t-1}$  = pemulusan *trend* periode ke- $(t-1)$
- $\delta$  = konstanta pemulusan
- $e_t$  = nilai kesalahan periode ke- $t$
- $F_{t+m}$  = ramalan untuk  $m$  periode ke depan
- $m$  = periode ke depan

## 2.4.6 Inisialisasi Awal

Penentuan (inisialisasi) nilai awal memiliki peranan yang cukup penting dalam melakukan peramalan dengan metode pemulusan eksponensial. Hal ini dapat dilihat pada persamaan pemulusan eksponensial tunggal berikut:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2.14)$$

Di mana  $X_t$  adalah nilai aktual yang terbaru,  $F_t$  adalah ramalan yang terakhir dan  $F_{t+1}$  adalah ramalan untuk periode selanjutnya dan  $\alpha$  adalah konstanta pemulusan (pembobot).

Bila  $t=1$ , persamaan (2.14) menjadi

$$F_2 = \alpha X_1 + (1 - \alpha)F_1 \quad (2.15)$$

Untuk memperoleh nilai  $F_2$ ,  $F_1$  harus diketahui.

Nilai  $F_1$  adalah:

$$F_1 = \alpha X_0 + (1 - \alpha)F_0 \quad (2.16)$$

Akan tetapi, nilai  $X_0$  dan nilai  $F_0$  tidak ada. Begitu juga dengan nilai  $F_1$  yang harus diketahui untuk menghitung nilai  $F_2$ . Akan tetapi, nilai tersebut tidak dapat diperoleh dari data yang ada. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara untuk menentukan nilai  $F_1$  (nilai awal) tersebut. Banyak cara dalam menentukan nilai awal. Berikut ini adalah beberapa cara penentuan nilai awal untuk beberapa jenis Metode Pemulusan Eksponensial:

a. Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal dan ARRSES

$$F_1 = X_1 \quad (2.17)$$

b. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

$$S''_1 = S'_1 = X_1 \quad (2.18)$$

$$a_1 = X_1 \quad (2.19)$$

c. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

$$S_1 = X_1 \quad (2.20)$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2} \quad (2.21)$$

#### 2.4.7 Ukuran Ketepatan Metode Peramalan

Hal mendasar dalam peramalan adalah bagaimana mengukur ketepatan/ketelitian suatu metode peramalan tertentu untuk suatu kumpulan data yang kita punya.

Menurut Arsyad (1993:57), jenis ukuran ketepatan metode peramalan adalah:

a. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), mengukur ketepatan nilai dugaan model, yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan.

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^T |(y_t - \hat{y}_t)/y_t|}{T} \times 100 \quad (y_t \neq 0) \quad (2.22)$$

b. MAD (*Mean Absolute Deviation*), mengukur ketepatan nilai dugaan model, yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata absolut kesalahan.

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^T |(y_t - \hat{y}_t)|}{T} \quad (2.23)$$

c. MSD (*Mean Squared Deviation*) atau bisa juga disebut MSE (*Mean Squared Error*), mengukur ketepatan nilai dengan model, yang dinyatakan dalam rata-rata kuadrat dari kesalahan

$$\text{MSD} = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2}{T} \quad (2.24)$$

di mana:  $y_t$  = nilai aktual pada waktu ke  $t$   
 $\hat{y}_t$  = nilai fit (hasil ramalan) waktu ke  $t$   
 $T$  = jumlah pengamatan

## 2.5 Tinjauan Non Statistika

### 2.5.1 Profil Perusahaan dan Bandara Udara

PT. Angkasa Pura adalah sebuah perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang memberikan pelayanan lalu lintas udara dan bisnis bandar udara di Indonesia. PT. Angkasa Pura terbagi menjadi dua, yaitu: PT. Angkasa Pura I dan PT. Angkasa Pura II. PT. Angkasa Pura I memberikan pelayanan lalu lintas udara dan bisnis bandar udara di kawasan Indonesia bagian tengah dan timur, yaitu Bali, Surabaya, Makasar, Balikpapan, Biak, Manado, Surakarta,

Yogyakarta, Banjarmasin, Semarang, Ambon Lombok dan Kupang. PT. Angkasa Pura II memberikan pelayanan lalu lintas udara dan bisnis bandar udara di kawasan Indonesia bagian barat, yaitu Jakarta, Bandung, Medan, Banda Aceh, Palembang, Pontianak, Pekanbaru, Padang dan Tanjung Pinang.

Bandara Juanda merupakan Bandara Udara Internasional yang memegang peranan penting dalam pergerakan dan pertumbuhan ekonomi serta merupakan salah satu pintu gerbang menuju provinsi Jawa Timur yang merupakan salah satu provinsi terbesar di Indonesia (Karina, 2012:2). Bandara Soekarno Hatta merupakan Bandara Udara Internasional yang terdapat di ibukota, yaitu Jakarta sehingga merupakan salah satu bandara dengan perkembangan dan penambahan jumlah penumpang dan barang sangat pesat.

### **2.5.2 Data Jumlah Barang yang Dimuat dalam Penerbangan**

Barang yang dimuat melalui udara (penerbangan), melalui laut, atau melalui darat dengan tujuan untuk diperdagangkan ataupun tujuan lainnya disebut kargo. Jasa angkutan udara adalah jasa angkutan untuk transportasi orang ataupun barang yang ditawarkan oleh suatu perusahaan penerbangan dengan media pesawat terbang (Syaiful, 2011:4). Jasa pengiriman barang melalui udara terbagi menjadi dua tingkat, yaitu: tingkat internasional dan domestik. Jasa pengiriman barang melalui udara tingkat internasional merupakan jasa pengiriman barang melalui penerbangan dari suatu negara ke negara lain (lintas negara). Jasa pengiriman barang melalui udara tingkat domestik merupakan jasa pengiriman barang melalui penerbangan dari suatu pulau/daerah ke pulau/daerah lain dalam satu negara. Jasa pengiriman barang melalui udara ini biasanya dipilih karena barang yang dikirim cepat sampai tujuan. Akan tetapi, biaya pengiriman barang melalui udara ini lebih mahal daripada jasa pengiriman barang melalui laut dan darat.

Data jumlah barang yang dimuat dalam penerbangan merupakan data *time series* karena data ini dicatat secara periodik yakni tiap bulan. Data jumlah barang yang dimuat dalam penerbangan ini juga mengalami kenaikan tiap tahunnya, hal ini menunjukkan bahwa data ini mengandung unsur *trend*.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Utama Indonesia, khususnya di Bandara Udara Juanda dan Soekarno Hatta. Data yang digunakan adalah data bulanan, dari bulan Januari 2008 sampai dengan bulan Februari 2013 (Lampiran 1 dan Lampiran 2).

### 3.2 Metode Penelitian

Langkah-langkah Peramalan dengan Metode Pemulusan Eksponensial adalah sebagai berikut:

1. Membuat plot data deret waktu ( $Z_t$ ).

Langkah ini bertujuan untuk membentuk plot data deret waktu agar dapat mengidentifikasi pola dari data deret waktu tersebut.

2. Mengidentifikasi plot data deret waktu untuk pemilihan Metode Pemulusan Eksponensial yang digunakan.

Setelah terbentuk plot data deret waktu, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi pola data deret waktu yang digambarkan oleh plot data deret waktu agar dapat memilih Metode Pemulusan Eksponensial yang sesuai. Dalam penelitian ini pola data deret waktu yang dicari adalah pola *trend* dan terdapat pengamatan yang menyimpang cukup jauh ataupun *outlier*.

3. Sebelum melakukan pemodelan, dilakukan inisialisasi nilai awal. Berikut ini adalah cara dalam menginisialisasi nilai awal:

a. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) memiliki tiga nilai awal yang harus ditentukan. Nilai awal untuk pemulusan tunggal dan ganda seperti ditunjukkan seperti pada persamaan (2.18) yaitu  $S''_1 = S'_1 = X_1$ . Kemudian nilai awal untuk pemulusan secara keseluruhan seperti pada persamaan (2.19) yaitu  $a_1 = X_1$ .

b. Penentuan nilai awal Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown mengacu pada penentuan nilai awal Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown). Terdapat dua penentuan nilai awal untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown,

yakni nilai awal untuk pemulusan keseluruhan dan pemulusan *trend*. Nilai awal untuk pemulusan keseluruhan seperti pada persamaan (2.20) yaitu  $S_1 = X_1$  dan nilai awal untuk pemulusan *trend* seperti pada persamaan (2.21) yaitu  $b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2}$ .

Kemudian melakukan pemodelan dengan dua metode pemulusan, yaitu Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.

- a. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) memiliki empat persamaan untuk pemodelan data deret waktu dan satu persamaan untuk peramalan. Empat persamaan tersebut ialah persamaan untuk pemulusan eksponensial tunggal seperti pada persamaan (2.6) yaitu  $S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$ , persamaan untuk pemulusan eksponensial ganda seperti pada persamaan (2.7) yaitu  $S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$ , persamaan untuk pemulusan keseluruhan seperti pada persamaan (2.8) yaitu  $a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$  dan persamaan untuk pemulusan *trend* seperti pada persamaan (2.9) yaitu  $b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha}(S'_t - S''_t)$ . Persamaan untuk peramalan seperti pada persamaan (2.10) yaitu  $F_{t+m} = a_t + mb_t$ .
- b. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown memiliki 2 persamaan untuk pemodelan data deret waktu dan 1 persamaan untuk peramalan. Dua persamaan tersebut ialah persamaan untuk pemulusan keseluruhan seperti pada persamaan (2.11) yaitu  $S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1 - \delta^2)e_t$  dan persamaan untuk pemulusan *trend* seperti pada persamaan (2.12) yaitu  $b_t = b_{t-1} + (1 - \delta)^2 e_t$ . Persamaan untuk peramalan seperti pada persamaan (2.13) yaitu  $F_{t+m} = S_t + b_t m$ .

#### 4. Menentukan nilai konstanta pemulusan yang optimum.

Nilai konstanta pemulusan yang dipilih adalah nilai konstanta yang optimum, artinya nilai konstanta tersebut menghasilkan MAD dan MAPE yang minimum dari suatu Metode Pemulusan. Rumus untuk mencari MAPE seperti pada persamaan (2.22) yaitu

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^T |(y_t - \hat{y}_t) / y_t|}{T} \times 100$$
, sedangkan rumus untuk mencari MAD seperti pada persamaan (2.23) yaitu  $MAD = \frac{\sum_{t=1}^T |(y_t - \hat{y}_t)|}{T}$ . Cara menentukan nilai konstanta yang optimum adalah dengan coba salah dengan interval nilai dari 0 sampai dengan 1. Misal mencoba dengan nilai 0,1, 0,2, 0,3, sampai dengan 0,9. Ternyata MAPE atau MAD terkecil adalah pada nilai 0,3, maka selanjutnya tingkat ketelitian ditingkatkan dengan menambah satu digit angka di belakang koma. Sehingga selanjutnya akan dicoba lagi dengan dua digit angka di belakang koma. Misal 0,31, 0,32 dan seterusnya sampai didapatkan nilai MAPE dan MAD yang terkecil.

5. Melihat kelayakan model untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dan Soekarno Hatta.
6. Melakukan peramalan dengan dua metode pemulusan, yakni Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.
7. Langkah terakhir adalah membandingkan ukuran ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown untuk mengetahui metode pemulusan manakah yang lebih baik dalam melakukan peramalan pada Data Jumlah Barang Yang Dimuat Pada Penerbangan Domestik di Bandara Utama Indonesia, khususnya di Bandara Udara Juanda dan Soekarno Hatta. Caranya yakni dengan melihat ukuran ketepatan Metode Pemulusan, yaitu MAPE dan MAD dari kedua metode pemulusan yang paling minimum dari kedua data tersebut.

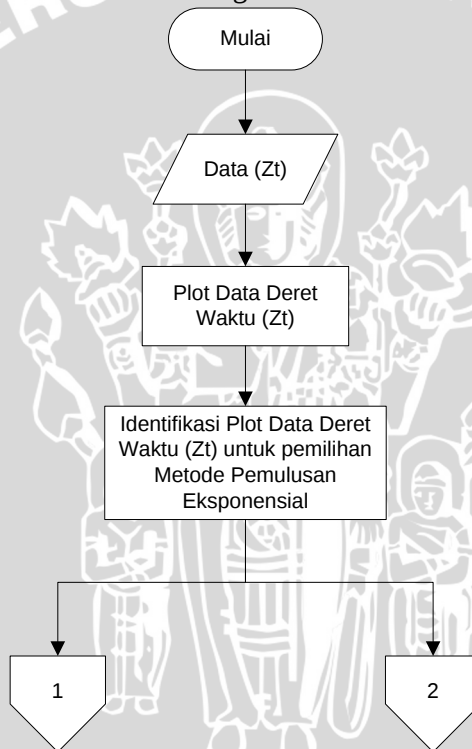
Langkah-langkah analisis di atas dilakukan dengan bantuan *software* berikut:

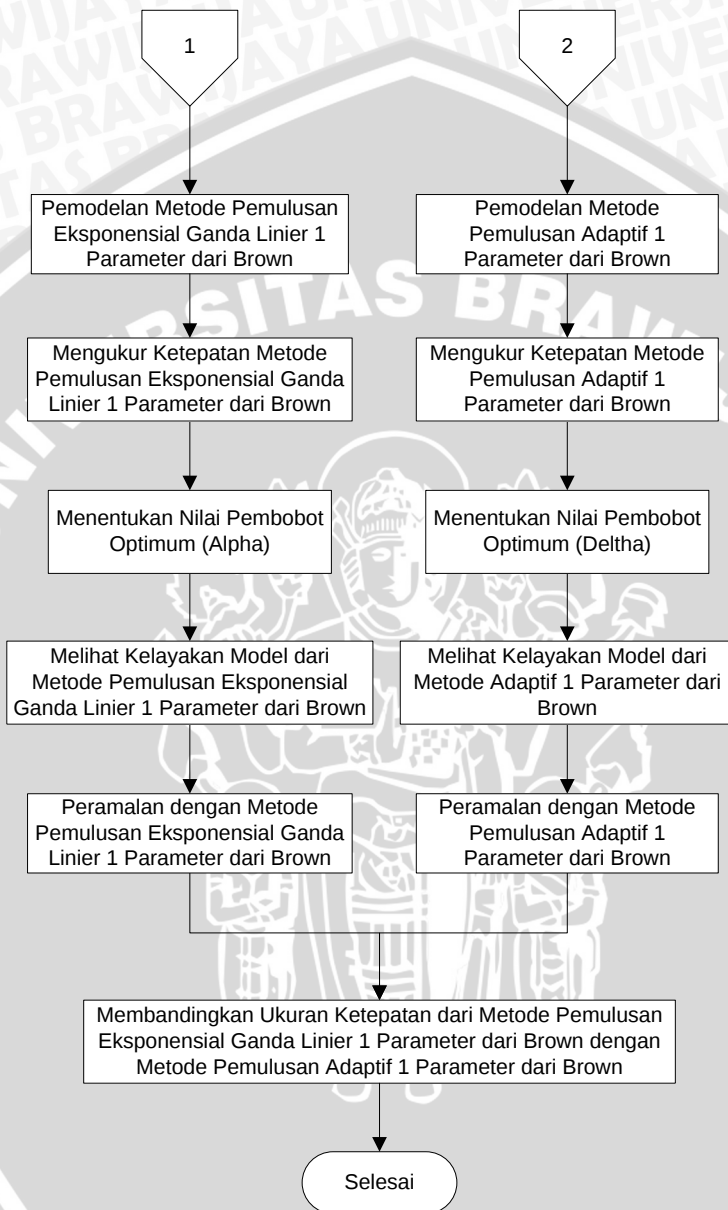
1. *Minitab 15* yang digunakan untuk membentuk plot dari data deret waktu.

2. *Microsoft Excel 2007* yang digunakan untuk perhitungan data, baik memodelkan data deret waktu, menghitung ketepatan metode peramalan dan juga meramalkan data deret waktu dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir Peramalan dengan Metode Pemulusan





Gambar 3.1 Diagram Alir Peramalan dengan Metode Pemulusan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

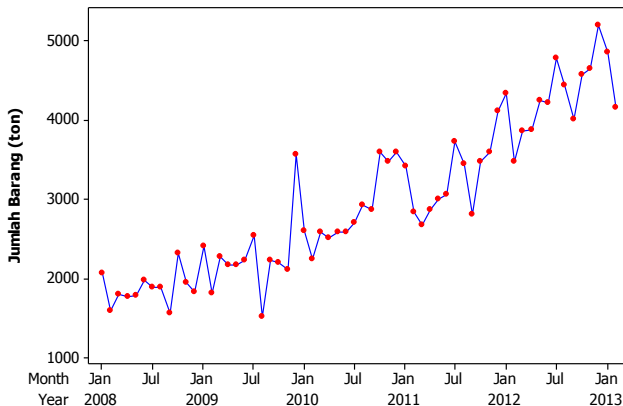


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Plot Data Deret Waktu

#### 4.1.1 Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda

Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda pada bulan Januari 2008 sampai bulan Februari 2013 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat dalam Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dari bulan Januari 2008 sampai bulan Februari 2013 fluktuatif dan memiliki kecenderungan naik seiring dengan bertambahnya waktu (*trend*).

Pada bulan September 2009, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda menurun. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh nilai tukar rupiah yang melemah, sehingga berimbas juga pada naiknya biaya pengiriman barang melalui udara (kargo). Akan tetapi, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda kembali naik pada bulan Oktober 2009.

Peningkatan pesat terjadi pada bulan Desember 2009, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda

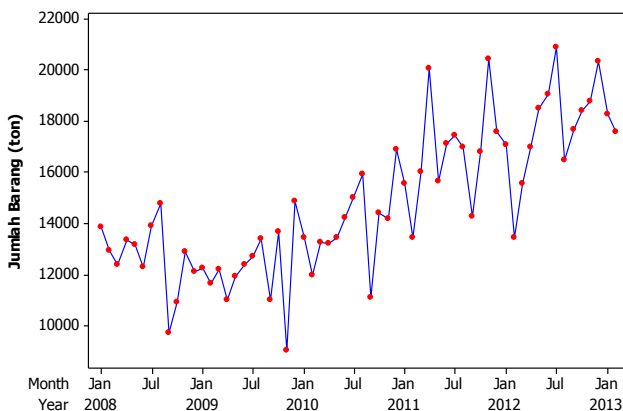
meningkat hingga mencapai angka 3569 ton. Hal ini disebabkan oleh mulai beroperasinya pesawat yang khusus memuat kargo. Pengamatan ini menyimpang cukup jauh. Metode Pemulusan Adaptif akan lebih peka terhadap pengamatan yang seperti ini.

Tahun 2010, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda terus mengalami peningkatan hingga tahun 2011. Peningkatan ini disebabkan oleh menguatnya nilai tukar rupiah dan adanya penambahan armada pesawat kargo.

Mulai bulan Januari 2008 sampai pertengahan tahun 2011, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda tidak terlihat mengandung unsur musiman. Akan tetapi, setelah pertengahan tahun 2011 sampai bulan Februari 2013 data tersebut terlihat mengandung unsur musiman. Pola fluktuasi yang sama terlihat berulang secara periodik. Fluktuasi jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dipengaruhi oleh: nilai tukar rupiah, harga bahan bakar pesawat, penambahan armada pesawat, perubahan tarif kargo, dan sebagainya.

#### **4.1.2 Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta**

Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta pada bulan Januari 2008 sampai bulan Februari 2013 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Plot Data Jumlah Barang yang Dimuat dalam Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dari bulan Januari 2008 sampai bulan Februari 2013 fluktuatif dan memiliki kecenderungan naik seiring dengan bertambahnya waktu (*trend*).

Pada bulan September 2008, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta menurun hingga mencapai angka 9705 ton. Hal ini kemungkinan disebabkan harga bahan bakar pesawat (avtur) yang naik dan juga adanya krisis ekonomi dunia, sehingga biaya pengiriman barang melalui udara (kargo) juga ikut naik. Bulan selanjutnya, yaitu bulan Oktober 2008, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta perlahan kembali naik.

Pada bulan November 2009, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta kembali menurun dan sangat drastis. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh nilai tukar rupiah yang melemah, sehingga berimbas juga pada naiknya biaya pengiriman barang melalui udara (kargo). Pengamatan ini menyimpang cukup jauh. Metode Pemulusan Adaptif akan lebih peka terhadap pengamatan yang seperti ini. Bulan selanjutnya, bulan Desember 2009, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta meningkat. Ini disebabkan karena nilai tukar rupiah yang mulai kembali menguat.

Mulai bulan Januari 2008 sampai pertengahan tahun 2011, jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta tidak terlihat mengandung unsur musiman. Akan tetapi, pada bulan Februari tahun 2011 sampai bulan Februari 2013 data tersebut terlihat mengandung unsur musiman. Pola fluktuasi yang sama terlihat berulang secara periodik. Fluktuasi jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta dipengaruhi oleh: nilai tukar rupiah, harga bahan bakar pesawat, penambahan armada pesawat, perubahan tarif kargo, dan sebagainya.

## 4.2 Inisialisasi Nilai Awal

### 4.2.1 Inisialisasi Nilai Awal Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda

#### 1. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

$$S''_1 = S'_1 = X_1 = 2066$$

$$a_1 = X_1 = 2066$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2} = \frac{(1599 - 2066) + (1766 - 1803)}{2} = -252$$

#### 2. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

$$S_1 = X_1 = 2066$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2} = \frac{(1599 - 2066) + (1766 - 1803)}{2} = -252$$

### 4.2.2 Inisialisasi Nilai Awal Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta

#### 1. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

$$S''_1 = S'_1 = X_1 = 13854$$

$$a_1 = X_1 = 13854$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2} = \frac{(12937 - 13854) + (13343 - 12373)}{2} = 26,5$$

#### 2. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

$$S_1 = X_1 = 13854$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2} = \frac{(12937 - 13854) + (13343 - 12373)}{2} = 26,5$$

## 4.3 Pemodelan Metode Pemulusan

### 4.3.1 Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

#### 1. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda ( $\alpha = 0,2$ )

##### a. Pemulusan Eksponensial Tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

- $S'_t = 0,2X_t + (1 - 0,2)S'_{t-1}$
- b. Pemulusan Eksponensial Ganda
- $$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$
- $$S''_t = 0,2S'_t + (1 - 0,2)S''_{t-1}$$
- c. Pemulusan Keseluruhan
- $$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$
- d. Pemulusan *Trend*
- $$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t)$$
- $$b_t = \frac{0,2}{1-0,2}(S'_t - S''_t)$$
- e. Ramalan
- $$F_{t+m} = a_t + mb_t$$

## 2. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta (dengan $\alpha = 0,1$ )

- a. Pemulusan Eksponensial Tunggal
- $$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$
- $$S'_t = 0,1X_t + (1 - 0,1)S'_{t-1}$$
- b. Pemulusan Eksponensial Ganda
- $$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$
- $$S''_t = 0,1S'_t + (1 - 0,1)S''_{t-1}$$
- c. Pemulusan Keseluruhan
- $$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$
- d. Pemulusan *Trend*
- $$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t)$$
- $$b_t = \frac{0,1}{1-0,1}(S'_t - S''_t)$$
- e. Ramalan
- $$F_{t+m} = a_t + mb_t$$

#### 4.3.2 Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

##### 1. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda (dengan $\delta = 0,8$ )

###### a. Pemulusan Keseluruhan

$$S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1-\delta^2) e_t$$

$$S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1-0,8^2) e_t$$

###### b. Pemulusan *Trend*

$$b_t = b_{t-1} + (1-\delta)^2 e_t$$

$$b_t = b_{t-1} + (1-0,8)^2 e_t$$

###### c. Ramalan

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

##### 2. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta (dengan $\delta = 0,9$ )

###### a. Pemulusan Keseluruhan

$$S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1-\delta^2) e_t$$

$$S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1-0,9^2) e_t$$

###### b. Pemulusan *Trend*

$$b_t = b_{t-1} + (1-\delta)^2 e_t$$

$$b_t = b_{t-1} + (1-0,9)^2 e_t$$

###### c. Ramalan

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

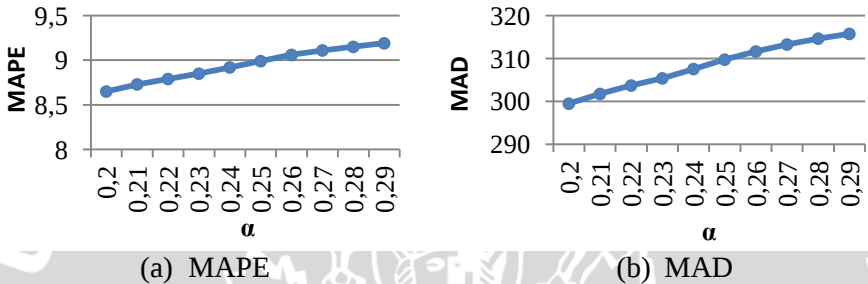
#### 4.4 Penentuan Nilai Pembobot Optimum dan Uji Kelayakan Model

Nilai pembobot pada Pemodelan Metode Pemulusan adalah nilai pembobot sementara. Misal nilai pembobot pada saat Pemodelan Metode Pemulusan = 0,2. Nilai pembobot ini adalah nilai pembobot yang optimum setelah melakukan metode coba salah pada interval 0 sampai dengan 1. Selanjutnya, tingkat ketelitiannya ditingkatkan dengan menambah satu digit angka di belakang koma. Sehingga selanjutnya akan dilakukan metode coba salah kembali dengan dua digit angka di belakang koma, misal: 0,21, 0,22, 0,23 dan seterusnya sampai dengan 0,29.

#### 4.4.1 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda

##### 1. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

Nilai pembobot pada saat Pemodelan Metode Pemulusan = 0,2. Penentuan nilai pembobot optimum dilakukan dengan metode coba salah dengan tingkat ketelitian yang ditingkatkan seperti pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.1:



Gambar 4.3 Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.

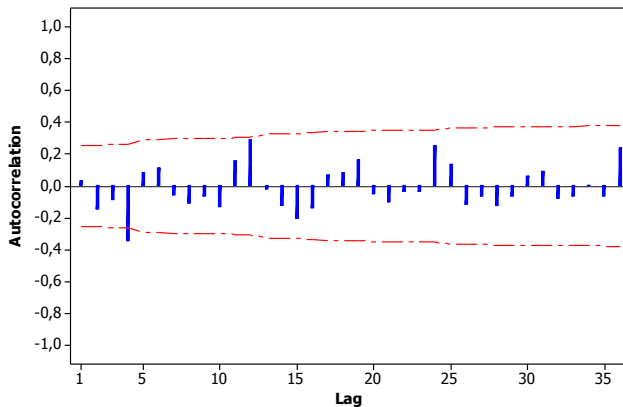
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai MAPE dan nilai MAD terkecil adalah pada saat nilai pembobot = 0,2, sehingga nilai pembobot yang optimum berdasarkan nilai MAPE dan nilai MAD adalah 0,2.

Tabel 4.1 Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.

|      | $\alpha = 0,2$ | $\alpha = 0,24$ | $\alpha = 0,27$ | $\alpha = 0,29$ |
|------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| MAPE | 8,65           | 8,92            | 9,11            | 9,19            |
| MAD  | 299,46         | 307,54          | 313,26          | 315,74          |

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai pembobot yang optimum sama seperti nilai pembobot sementara yaitu 0,2. Hal ini dapat diketahui

dengan melihat nilai MAD dan MAPE dari  $\alpha = 0,2$  merupakan yang paling minimum. Jadi, nilai pembobot optimum untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda adalah 0,2. Perhitungan lengkap dengan  $\alpha = 0,2$  melalui *Microsoft Excel* 2007 dapat dilihat pada Lampiran 4.

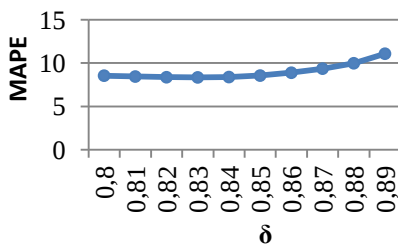


Gambar 4.4 Plot ACF Sisaan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.

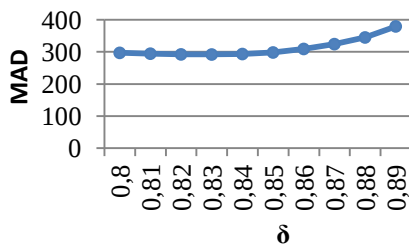
Gambar 4.4 menunjukkan plot ACF sisaan dari Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda. Plot ini digunakan untuk menguji kelayakan model. Pada lag ke-12 nilai autokorelasi mendekati batas. Hal ini menunjukkan seakan-akan data ini memiliki unsur musiman, akan tetapi pada lag ke-24 dan lag ke-36 nilai autokorelasi masih berada di dalam batas. Jadi, dapat dikatakan bahwa data ini bukan termasuk data yang mengandung unsur musiman. Meskipun ada satu nilai autokorelasi yang keluar dari batas yakni pada lag ke-4, model diasumsikan layak.

## 2. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

Nilai pembobot pada saat Pemodelan Metode Pemulusan = 0,8. Penentuan nilai pembobot optimum dilakukan dengan metode coba salah dengan tingkat ketelitian yang ditingkatkan seperti pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.2:



(a) MAPE



(b) MAD

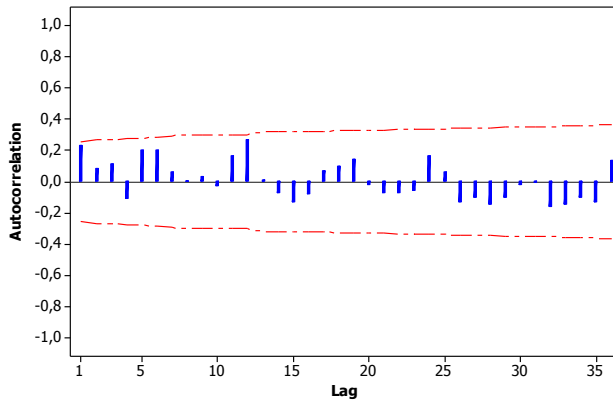
Gambar 4.5 Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai MAPE dan nilai MAD terkecil adalah pada saat nilai pembobot = 0,83, sehingga nilai pembobot yang optimum berdasarkan nilai MAPE dan nilai MAD adalah 0,83.

Tabel 4.2 Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Adaptif dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.

|             | $\delta = 0,8$ | $\delta = 0,83$ | $\delta = 0,86$ | $\delta = 0,89$ |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>MAPE</b> | 8,54           | 8,35            | 8,89            | 11,08           |
| <b>MAD</b>  | 296,89         | 291,76          | 308,99          | 379,12          |

Berdasarkan Tabel 4.2, nilai pembobot yang optimum adalah 0,83. Hal ini dapat diketahui dengan melihat nilai MAD dan MAPE dari  $\delta = 0,83$  merupakan yang paling minimum. Jadi, nilai pembobot optimum untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda adalah 0,83. Perhitungan lengkap dengan  $\alpha = 0,83$  melalui *Microsoft Excel* 2007 dapat dilihat pada Lampiran 5.



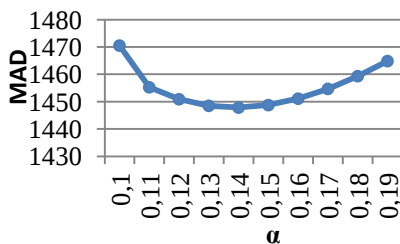
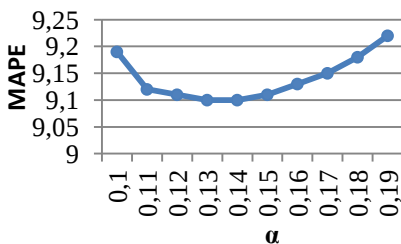
Gambar 4.6 Plot ACF Sisasan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.

Gambar 4.6 menunjukkan plot ACF sisaan dari Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda. Plot ini digunakan untuk menguji kelayakan model. Pada lag ke-12 nilai autokorelasi mendekati batas. Hal ini menunjukkan seakan-akan data ini memiliki unsur musiman, akan tetapi pada lag ke-24 dan lag ke-36 nilai autokorelasi masih berada di dalam batas. Jadi, dapat dikatakan bahwa data ini bukan termasuk data yang mengandung unsur musiman. Oleh karena semua nilai autokorelasi masih di dalam batas, maka model yang terbentuk layak digunakan.

#### 4.4.2 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta

##### 1. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

Nilai pembobot pada saat Pemodelan Metode Pemulusan = 0,1. Penentuan nilai pembobot optimum dilakukan dengan metode coba salah dengan tingkat ketelitian yang ditingkatkan seperti pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.3:



(a) MAPE

(b) MAD

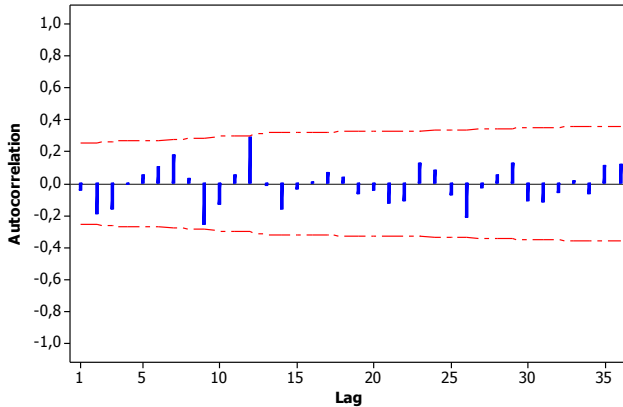
Gambar 4.7 Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai MAPE dan nilai MAD terkecil adalah pada saat nilai pembobot = 0,14, sehingga nilai pembobot yang optimum berdasarkan nilai MAPE dan nilai MAD adalah 0,14.

Tabel 4.3 Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.

|             | $\alpha = 0,1$ | $\alpha = 0,14$ | $\alpha = 0,16$ | $\alpha = 0,19$ |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>MAPE</b> | 9,19           | 9,10            | 9,13            | 9,22            |
| <b>MAD</b>  | 1470,53        | 1447,84         | 1451,11         | 1464,86         |

Berdasarkan Tabel 4.3, nilai pembobot yang optimum adalah 0,14. Hal ini dapat diketahui dengan melihat nilai MAD dan MAPE dari  $\alpha = 0,14$  merupakan yang paling minimum. Jadi, nilai pembobot optimum untuk untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta adalah 0,14. Perhitungan lengkap dengan  $\alpha = 0,14$  melalui *Microsoft Excel* 2007 dapat dilihat pada Lampiran 6.

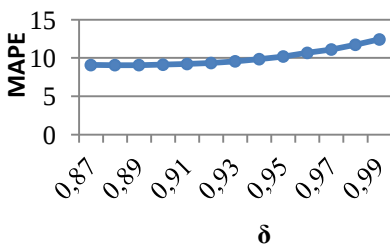


Gambar 4.8 Plot ACF Sisaan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.

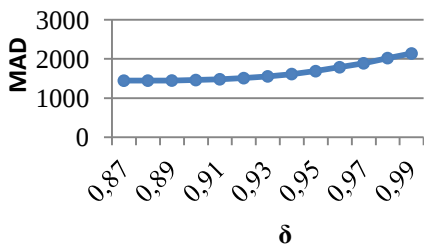
Gambar 4.8 menunjukkan plot ACF sisaan dari Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta. Plot ini digunakan untuk menguji kelayakan model. Pada lag ke-12 nilai autokorelasi mendekati batas. Hal ini menunjukkan seakan-akan data ini memiliki unsur musiman, akan tetapi pada lag ke-24 dan lag ke-36 nilai autokorelasi masih berada di dalam batas. Jadi, dapat dikatakan bahwa data ini bukan termasuk data yang mengandung unsur musiman. Oleh karena semua nilai autokorelasi masih di dalam batas, maka model yang terbentuk layak digunakan.

## 2. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

Nilai pembobot pada saat Pemodelan Metode Pemulusan = 0,9. Penentuan nilai pembobot optimum dilakukan dengan metode coba salah dengan tingkat ketelitian yang ditingkatkan seperti pada Gambar 4.9 dan Tabel 4.4:



(a) MAPE



(b) MAD

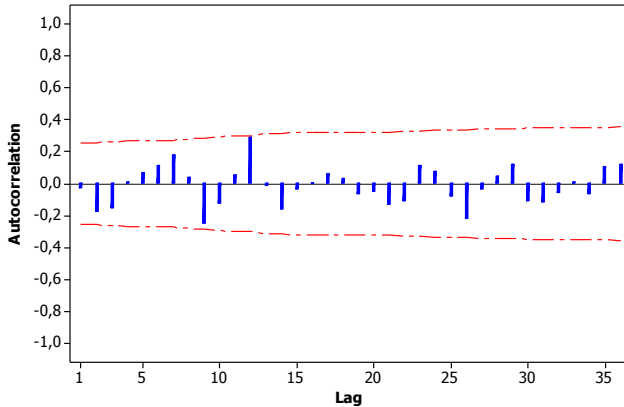
Gambar 4.9 Penentuan Nilai Pembobot Optimum Berdasarkan (a) Nilai MAPE dan (b) Nilai MAD untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa nilai MAPE dan nilai MAD terkecil adalah pada saat nilai pembobot = 0,87, sehingga nilai pembobot yang optimum berdasarkan nilai MAPE dan nilai MAD adalah 0,87.

Tabel 4.4 Rangkuman Penentuan Nilai Pembobot Optimum untuk Metode Pemulusan Adaptif dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.

|             | $\delta = 0,87$ | $\delta = 0,9$ | $\delta = 0,94$ | $\delta = 0,97$ |
|-------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>MAPE</b> | 9,07            | 9,13           | 9,85            | 11,11           |
| <b>MAD</b>  | 1445,10         | 1460,79        | 1613,75         | 1887,99         |

Berdasarkan Tabel 4.4, nilai pembobot yang optimum sama seperti nilai pembobot sementara yaitu 0,87. Hal ini dapat diketahui dengan melihat nilai MAD dan MAPE dari  $\delta = 0,87$  merupakan yang paling minimum. Jadi, nilai pembobot optimum untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta adalah 0,87. Perhitungan lengkap dengan  $\alpha = 0,87$  melalui *Microsoft Excel* 2007 dapat dilihat pada Lampiran 7.



Gambar 4.10 Plot ACF Sisaan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.

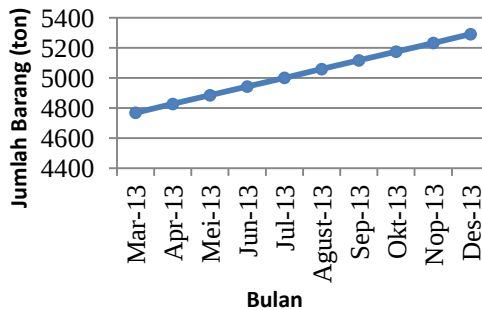
Gambar 4.10 menunjukkan plot ACF sisaan dari Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta. Plot ini digunakan untuk menguji kelayakan model. Pada lag ke-12 nilai autokorelasi mendekati batas. Hal ini menunjukkan seakan-akan data ini memiliki unsur musiman, akan tetapi pada lag ke-24 dan lag ke-36 nilai autokorelasi masih berada di dalam batas. Jadi, dapat dikatakan bahwa data ini bukan termasuk data yang mengandung unsur musiman. Oleh karena semua nilai autokorelasi masih di dalam batas, maka model yang terbentuk layak digunakan.

## 4.5 Peramalan

### 4.5.1 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda

#### 1. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

Peramalan untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) ditunjukkan seperti pada Gambar 4.11 dan Tabel 4.5.



Gambar 4.11 Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown.

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) mengalami peningkatan setiap bulannya. Hasil ramalan ini akan dijelaskan secara rinci pada Tabel 4.5:

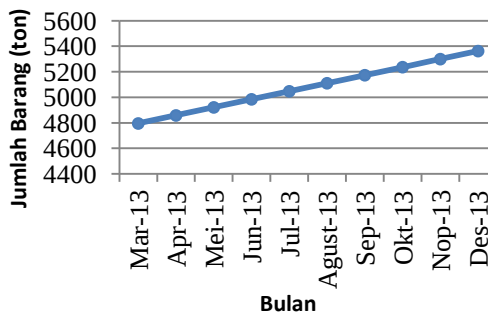
Tabel 4.5 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown.

| Bulan          | Ramalan | $\alpha$ |
|----------------|---------|----------|
| Maret 2013     | 4767,98 | 0,2      |
| April 2013     | 4825,98 |          |
| Mei 2013       | 4883,98 |          |
| Juni 2013      | 4941,97 |          |
| Juli 2013      | 4999,97 |          |
| Agustus 2013   | 5057,96 |          |
| September 2013 | 5115,97 |          |
| Oktober 2013   | 5173,95 |          |
| November 2013  | 5231,95 |          |
| Desember 2013  | 5289,95 |          |

Tabel 4.5 menunjukkan hasil peramalan untuk Bulan Maret 2013 sampai dengan Bulan Desember 2013. Nilai ramalan mengalami peningkatan tiap bulannya. Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Desember 2013 secara berturut-turut adalah 4767,98 ton, 4825,98 ton, 4883,98 ton, 4941,97 ton, 4999,97 ton, 5057,96 ton, 5115,97 ton, 5173,95 ton, 5231,95 ton dan 5289,95 ton.

## 2. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

Peramalan untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown ditunjukkan seperti pada Gambar 4.12 dan Tabel 4.6.



Gambar 4.12 Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown mengalami peningkatan setiap bulannya. Hasil ramalan ini akan dijelaskan secara rinci pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.

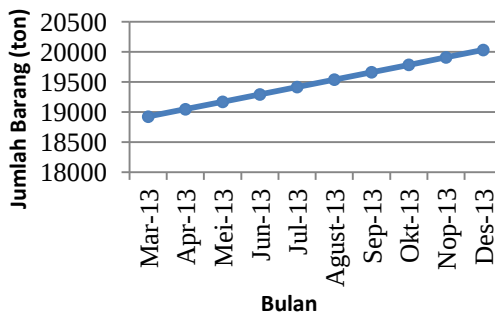
| Bulan          | Ramalan | $\delta$ |
|----------------|---------|----------|
| Maret 2013     | 4795,15 | 0,83     |
| April 2013     | 4858,20 |          |
| Mei 2013       | 4921,25 |          |
| Juni 2013      | 4984,30 |          |
| Juli 2013      | 5047,35 |          |
| Agustus 2013   | 5110,40 |          |
| September 2013 | 5173,45 |          |
| Oktober 2013   | 5236,50 |          |
| November 2013  | 5299,55 |          |
| Desember 2013  | 5362,60 |          |

Tabel 4.6 menunjukkan hasil peramalan untuk Bulan Maret 2013 sampai dengan Bulan Desember 2013. Nilai ramalan mengalami peningkatan tiap bulannya. Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Desember 2013 secara berturut-turut adalah 4795,15 ton, 4858,20 ton, 4921,25 ton, 4984,30 ton, 5047,35 ton, 5110,40 ton, 5173,45 ton, 5236,50 ton, 5299,55 ton dan 5362,60 ton.

#### 4.5.2 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta

##### 1. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown)

Peramalan untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) ditunjukkan seperti pada Gambar 4.13 dan Tabel 4.7.



Gambar 4.13 Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown.

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa nilai ramalan untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) mengalami peningkatan setiap bulannya. Hasil ramalan ini akan dijelaskan secara rinci pada Tabel 4.7:

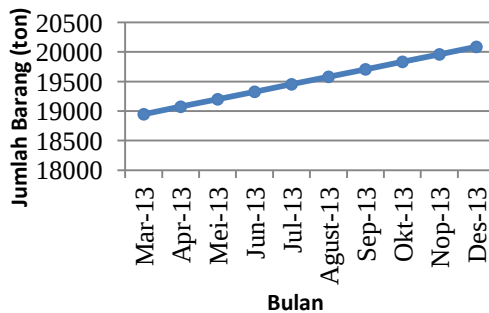
Tabel 4.7 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown.

| Bulan          | Ramalan  | $\alpha$ |
|----------------|----------|----------|
| Maret 2013     | 18921,18 | 0,14     |
| April 2013     | 19044,27 |          |
| Mei 2013       | 19167,35 |          |
| Juni 2013      | 19290,44 |          |
| Juli 2013      | 19413,53 |          |
| Agustus 2013   | 19536,61 |          |
| September 2013 | 19659,70 |          |
| Oktober 2013   | 19782,78 |          |
| November 2013  | 19905,87 |          |
| Desember 2013  | 20028,96 |          |

Tabel 4.7 menunjukkan hasil peramalan untuk Bulan Maret 2013 sampai dengan Bulan Desember 2013. Nilai ramalan mengalami peningkatan tiap bulannya. Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Desember 2013 secara berturut-turut adalah 18921,18 ton, 19044,27 ton, 19167,35 ton, 19290,44 ton, 19413,53 ton, 19536,61 ton, 19659,70 ton, 19782,78 ton, 19905,87 ton dan 20028,96 ton.

## 2. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown

Peramalan untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown ditunjukkan seperti pada Gambar 4.14 dan Tabel 4.8.



Gambar 4.14 Ramalan Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa nilai ramalan untuk Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown mengalami peningkatan setiap bulannya. Hasil ramalan ini akan dijelaskan secara rinci pada Tabel 4.8:

Tabel 4.8 Peramalan Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.

| Bulan          | Ramalan  | $\delta$ |
|----------------|----------|----------|
| Maret 2013     | 18947,08 | 0,87     |
| April 2013     | 19073,67 |          |
| Mei 2013       | 19200,26 |          |
| Juni 2013      | 19326,84 |          |
| Juli 2013      | 19453,43 |          |
| Agustus 2013   | 19580,02 |          |
| September 2013 | 19706,61 |          |
| Oktober 2013   | 19833,20 |          |
| November 2013  | 19959,78 |          |
| Desember 2013  | 20086,37 |          |

Tabel 4.8 menunjukkan hasil peramalan untuk Bulan Maret 2013 sampai dengan Bulan Desember 2013. Nilai ramalan mengalami peningkatan tiap bulannya. Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Desember 2013 secara berturut-turut adalah 18947,08 ton, 19073,67 ton, 19200,26 ton, 19326,84 ton, 19453,43 ton, 19580,02 ton, 19706,61 ton, 19833,20 ton, 19959,78 ton dan 20086,37 ton.

#### **4.6 Perbandingan Ukuran Ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown**

##### **4.6.1 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda**

Perbandingan ukuran ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda akan ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan Ukuran Ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.

| Ukuran Ketepatan | Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier | Metode Pemulusan Adaptif |
|------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| MAPE             | 8,66                                       | 8,35                     |
| MAD              | 299,46                                     | 291,76                   |

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai ukuran ketepatan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown), MAPE = 8,66 dan MAD = 299,46. Nilai ukuran ketepatan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown, MAPE = 8,35 dan MAD = 291,76. Maka dapat disimpulkan bahwa Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown lebih baik dalam meramalkan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dibandingkan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown).

#### 4.6.2 Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta

Perbandingan ukuran ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta akan ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perbandingan Ukuran Ketepatan dari Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier dari Brown dengan Metode Pemulusan Adaptif dari Brown.

| Ukuran Ketepatan | Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier | Metode Pemulusan Adaptif |
|------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| MAPE             | 9,10                                       | 9,08                     |
| MAD              | 1447,84                                    | 1445,11                  |

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai ukuran ketepatan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari

Brown),  $MAPE = 9,1$  dan  $MAD = 1447,84$ . Nilai ukuran ketepatan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown,  $MAPE = 9,08$  dan  $MAD = 1446,11$ . Maka dapat disimpulkan bahwa Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown lebih baik dalam meramalkan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta dibandingkan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown).



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Model yang didapat untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) adalah sebagai berikut:
  - a. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.  
$$S'_t = 0,2X_t + (1 - 0,2)S'_{t-1}$$
Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Mei 2013 secara berturut-turut adalah 4767,98 ton, 4825,98 ton, 4883,98 ton.
  - b. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.  
$$S'_t = 0,1X_t + (1 - 0,1)S'_{t-1}$$
Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Mei 2013 secara berturut-turut adalah 18921,18 ton, 19044,27 ton, 19167,35 ton.
2. Model yang didapat untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown adalah sebagai berikut:
  - a. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda.  
$$S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1-0,8^2) e_t$$
Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Mei 2013 secara berturut-turut adalah 4795,15 ton, 4858,20 ton, 4921,25 ton.
  - b. Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta.  
$$S_t = S_{t-1} + b_{t-1} + (1-0,9^2) e_t$$

Ramalan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta dengan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown untuk Bulan Maret sampai dengan Bulan Mei 2013 secara berturut-turut adalah 18947,08 ton, 19073,67 ton, 19200,26 ton.

3. Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown lebih baik dalam meramalkan jumlah barang yang dimuat pada penerbangan domestik di Bandara Juanda dan Bandara Soekarno Hatta dibandingkan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown).

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah menggunakan Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada data deret waktu yang memiliki pola *trend* linier dan pengamatan yang menyimpang cukup jauh ataupun *outlier*. Pada penelitian ini masih terdapat satu model yang tidak layak, yaitu model untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) pada Data Jumlah Barang di Bandara Juanda. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat menghasilkan model yang layak pada kedua metode pemulusan dan dapat mengangkat kasus non linier.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, L. 2003. *Peramalan Bisnis*. BPFE. Yogyakarta.
- Brown, R.G. 1956. *Exponential Smoothing for Predicting Demand*.  
<http://legacy.library.ucsf.edu/tid/dae94e00/pdf>. Diakses pada tanggal 20 Maret 2013.
- Chatfield, C. 1995. *The Analysis of Time Series An Introduction, Fifth Edition*. Chapman & Hall/CRC. London.
- Kaiser, R. and Maravall, A. 2001. *Seasonal Outliers In Time Series*.  
<http://www.bde.es/servicio/software/tramo/summprogs.pdf>.  
Diakses pada tanggal 24 Maret 2013.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E. 1988. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi Kedua. Alih Bahasa: Untung Sus A. dan Abdul Basith. Erlangga. Jakarta.
- Montgomery, D.C., Jennings, C.L. dan Kulahci, Murat. 2008. *Introduction To Time Series Analysis And Forecasting*. A Wiley & Sons. Inc Publication. Hoboken. New Jersey
- Shaska, K. 2012. *Evaluasi Kinerja Terminal Penumpang Internasional Bandar Udara Juanda*.  
<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-19396-3108100150-Paper.pdf>. Diakses pada tanggal 27 April 2013.
- Syaiful. 2011. *Jasa Transportasi Udara*.  
[http://www.bppk.depkeu.go.id/webbc/images/stories/file/2011/artikel/upload%205%20agustus%202011/SYAIFUL%20ANWAR\\_Mengenal%20Jasa%20Transportasi%20Laut%20dan%20Udara.pdf](http://www.bppk.depkeu.go.id/webbc/images/stories/file/2011/artikel/upload%205%20agustus%202011/SYAIFUL%20ANWAR_Mengenal%20Jasa%20Transportasi%20Laut%20dan%20Udara.pdf). Diakses pada tanggal 28 April 2013.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods, Second Edition*. Pearson Education. Inc. New York.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1. Data Jumlah Barang yang Dimuat Pada Penerbangan Domestik di Bandara Udara Juanda.

| Bulan    | Jumlah Barang (ton) | Bulan    | Jumlah Barang (ton) |
|----------|---------------------|----------|---------------------|
| Jan-08   | 2066                | Sep-10   | 2876                |
| Feb-08   | 1599                | Okt-10   | 3600                |
| Mar-08   | 1803                | Nop-10   | 3485                |
| Apr-08   | 1766                | Des-10   | 3604                |
| Mei-08   | 1781                | Jan-11   | 3422                |
| Jun-08   | 1977                | Feb-11   | 2846                |
| Jul-08   | 1887                | Mar-11   | 2679                |
| Agust-08 | 1889                | Apr-11   | 2872                |
| Sep-08   | 1559                | Mei-11   | 3003                |
| Okt-08   | 2316                | Jun-11   | 3070                |
| Nop-08   | 1946                | Jul-11   | 3735                |
| Des-08   | 1836                | Agust-11 | 3452                |
| Jan-09   | 2406                | Sep-11   | 2815                |
| Feb-09   | 1816                | Okt-11   | 3473                |
| Mar-09   | 2276                | Nop-11   | 3606                |
| Apr-09   | 2179                | Des-11   | 4118                |
| Mei-09   | 2170                | Jan-12   | 4347                |
| Jun-09   | 2235                | Feb-12   | 3475                |
| Jul-09   | 2542                | Mar-12   | 3870                |
| Agust-09 | 1525                | Apr-12   | 3881                |
| Sep-09   | 2237                | Mei-12   | 4254                |
| Okt-09   | 2201                | Jun-12   | 4227                |
| Nop-09   | 2120                | Jul-12   | 4781                |
| Des-09   | 3569                | Agust-12 | 4451                |
| Jan-10   | 2602                | Sep-12   | 4010                |
| Feb-10   | 2242                | Okt-12   | 4578                |
| Mar-10   | 2582                | Nop-12   | 4652                |
| Apr-10   | 2515                | Des-12   | 5204                |
| Mei-10   | 2582                | Jan-13   | 4858                |
| Jun-10   | 2590                | Feb-13   | 4167                |
| Jul-10   | 2710                |          |                     |
| Agust-10 | 2936                |          |                     |

Lampiran 2. Data Jumlah Barang yang Dimuat Pada Penerbangan Domestik di Bandara Udara Soekarno Hatta.

| Bulan    | Jumlah Barang (ton) | Bulan    | Jumlah Barang (ton) |
|----------|---------------------|----------|---------------------|
| Jan-08   | 13854               | Sep-10   | 11092               |
| Feb-08   | 12937               | Okt-10   | 14401               |
| Mar-08   | 12373               | Nop-10   | 14165               |
| Apr-08   | 13343               | Des-10   | 16903               |
| Mei-08   | 13165               | Jan-11   | 15560               |
| Jun-08   | 12307               | Feb-11   | 13460               |
| Jul-08   | 13882               | Mar-11   | 16037               |
| Agust-08 | 14800               | Apr-11   | 20051               |
| Sep-08   | 9705                | Mei-11   | 15634               |
| Okt-08   | 10898               | Jun-11   | 17136               |
| Nop-08   | 12913               | Jul-11   | 17452               |
| Des-08   | 12126               | Agust-11 | 16987               |
| Jan-09   | 12267               | Sep-11   | 14288               |
| Feb-09   | 11654               | Okt-11   | 16824               |
| Mar-09   | 12222               | Nop-11   | 20426               |
| Apr-09   | 11000               | Des-11   | 17574               |
| Mei-09   | 11918               | Jan-12   | 17097               |
| Jun-09   | 12364               | Feb-12   | 13460               |
| Jul-09   | 12723               | Mar-12   | 15559               |
| Agust-09 | 13397               | Apr-12   | 16969               |
| Sep-09   | 10987               | Mei-12   | 18525               |
| Okt-09   | 13687               | Jun-12   | 19064               |
| Nop-09   | 9044                | Jul-12   | 20897               |
| Des-09   | 14871               | Agust-12 | 16463               |
| Jan-10   | 13439               | Sep-12   | 17693               |
| Feb-10   | 11992               | Okt-12   | 18418               |
| Mar-10   | 13256               | Nop-12   | 18805               |
| Apr-10   | 13206               | Des-12   | 20357               |
| Mei-10   | 13444               | Jan-13   | 18291               |
| Jun-10   | 14231               | Feb-13   | 17594               |
| Jul-10   | 14997               |          |                     |
| Agust-10 | 15927               |          |                     |

Lampiran 3. Formula pada *Microsoft Excel* 2007 untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown).

|   | B               | C                              | D                              | E             | F                              | G            |
|---|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|--------------|
| 6 | $Z_t$           | $S'$                           | $S''$                          | a             | b                              | $F_{t+m}$    |
| 7 | Pengamatan ke-1 | Nilai awal                     | Nilai awal                     |               |                                |              |
| 8 | Pengamatan ke-2 | $=(\$D\$4*B8)+((1-\$D\$4)*C7)$ | $=(\$D\$4*C8)+((1-\$D\$4)*D7)$ | $= (2*C8)-D8$ | $=(\$D\$4/(1-\$D\$4))*(C8-D8)$ |              |
| 9 | Pengamatan ke-3 | $=(\$D\$4*B9)+((1-\$D\$4)*C8)$ | $=(\$D\$4*C9)+((1-\$D\$4)*D8)$ | $= (2*C9)-D9$ | $=(\$D\$4/(1-\$D\$4))*(C9-D9)$ | $=E8+(F8*1)$ |

Tabel di atas merupakan tampilan dari *Worksheet* Microsoft Excel 2007.

Keterangan:

Cell B7 berisi pengamatan ke-1.

Cell C7 berisi nilai inisialisasi awal untuk  $S'_1$ .

Cell C8 berisi formula menghitung  $S'_2$ ,

di mana:  $\$D\$4$  = Konstanta pemulusan ( $\alpha$ )

B8 = Pengamatan ke-2

C7 = Nilai inisialisasi awal untuk  $S'_1$

Cell D8 berisi formula menghitung  $S''_2$ .

Cell E8 berisi formula menghitung pemulusan keseluruhan pada saat  $t=2(a_2)$ .

Cell F8 berisi formula menghitung pemulusan *trend* pada saat  $t=2(b_2)$ .

Cell G9 berisi formula menghitung nilai ramalan pada saat  $t=3$ .

Lampiran 4. Formula pada *Microsoft Excel* 2007 untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown.

|   | B               | C                           | D                          | E            | F        |
|---|-----------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|----------|
| 6 | $Z_t$           | $S_t$                       | $b_t$                      | $F_{t+m}$    | $E_t$    |
| 7 | Pengamatan ke-1 | Nilai awal                  | $=((B8-B7)+(B10-B9))/2$    |              |          |
| 8 | Pengamatan ke-2 | $=C7+D7+(1-(\$D\$4^2))*F_8$ | $=D7+((1-(\$D\$4^2))*F_8)$ | $=C7+(D7*1)$ | $=B8-E8$ |
| 9 | Pengamatan ke-3 | $=C8+D8+(1-(\$D\$4^2))*F_9$ | $=D8+((1-(\$D\$4^2))*F_9)$ | $=C8+(D8*1)$ | $=B9-E9$ |

Keterangan:

Cell B7 berisi pengamatan ke-1.

Cell C7 berisi nilai inisialisasi awal untuk  $S_1$ .

Cell C8 berisi formula menghitung  $S_2$ ,

di mana:  $\$D\$4$  = Konstanta pemulusan ( $\delta$ )

C7 = Nilai inisialisasi awal untuk  $S_1$

D7 = Nilai pemulusan *trend* pada saat  $t=1(b_1)$ .

F8 = Nilai ramalan pada saat  $t=2$

Cell D8 berisi formula menghitung pemulusan *trend* pada waktu ke-2( $b_2$ ).

Cell E8 berisi formula menghitung nilai ramalan pada waktu ke-2.

Cell F8 berisi formula menghitung nilai kesalahan pada waktu ke-2.

Lampiran 5. *Output Microsoft Excel 2007* untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda ( $\alpha=0,2$ ).

| Time    | Zt   | S'      | S''     | a       | b     | Ft+m    | e    | e/zt   |
|---------|------|---------|---------|---------|-------|---------|------|--------|
| Jan-08  | 2066 | 2066    | 2066    | 2066    | -252  |         |      |        |
| Feb-08  | 1599 | 1972,6  | 2047,32 | 1897,88 | -18,7 | 1814    | -215 | 0,1345 |
| Mar-08  | 1803 | 1938,68 | 2025,59 | 1851,77 | -21,7 | 1879,2  | -76  | 0,0423 |
| Apr-08  | 1766 | 1904,14 | 2001,3  | 1806,99 | -24,3 | 1830,04 | -64  | 0,0363 |
| Mei-08  | 1781 | 1879,52 | 1976,94 | 1782,09 | -24,4 | 1782,7  | -2   | 0,001  |
| Jun-08  | 1977 | 1899,01 | 1961,36 | 1836,67 | -15,6 | 1757,73 | 219  | 0,1109 |
| Jul-08  | 1887 | 1896,61 | 1948,41 | 1844,81 | -12,9 | 1821,08 | 66   | 0,0349 |
| Agus-08 | 1889 | 1895,09 | 1937,74 | 1852,43 | -10,7 | 1831,86 | 57   | 0,0302 |
| Sep-08  | 1559 | 1827,87 | 1915,77 | 1739,97 | -22   | 1841,77 | -283 | 0,1814 |
| Okt-08  | 2316 | 1925,5  | 1917,71 | 1933,28 | 1,945 | 1718    | 598  | 0,2582 |
| Nop-08  | 1946 | 1929,6  | 1920,09 | 1939,1  | 2,376 | 1935,22 | 11   | 0,0055 |
| Des-08  | 1836 | 1910,88 | 1918,25 | 1903,51 | -1,84 | 1941,48 | -105 | 0,0575 |
| Jan-09  | 2406 | 2009,9  | 1936,58 | 2083,22 | 18,33 | 1901,66 | 504  | 0,2096 |
| Feb-09  | 1816 | 1971,12 | 1943,49 | 1998,76 | 6,908 | 2101,56 | -286 | 0,1572 |
| Mar-09  | 2276 | 2032,1  | 1961,21 | 2102,98 | 17,72 | 2005,66 | 270  | 0,1188 |
| Apr-09  | 2179 | 2061,48 | 1981,26 | 2141,69 | 20,05 | 2120,71 | 58   | 0,0268 |

Lampiran 6. *Output Microsoft Excel 2007* untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Juanda ( $\delta=0,83$ ).

| Time    | Zt   | St      | bt     | Ft+m    | e    | e/zt | abs(e) |
|---------|------|---------|--------|---------|------|------|--------|
| Jan-08  | 2066 | 2066    | -252   |         |      |      |        |
| Feb-08  | 1599 | 1747,11 | -258,2 | 1814    | -215 | 0,13 | 215    |
| Mar-08  | 1803 | 1586,62 | -249,1 | 1488,9  | 314  | 0,17 | 314    |
| Apr-08  | 1766 | 1470,79 | -236,8 | 1337,48 | 429  | 0,24 | 429    |
| Mei-08  | 1781 | 1404,2  | -220,9 | 1234,04 | 547  | 0,31 | 547    |
| Jun-08  | 1977 | 1430,19 | -198   | 1183,26 | 794  | 0,4  | 794    |
| Jul-08  | 1887 | 1435,9  | -179,1 | 1232,18 | 655  | 0,35 | 655    |
| Agus-08 | 1889 | 1453,49 | -160,8 | 1256,82 | 632  | 0,33 | 632    |
| Sep-08  | 1559 | 1375,53 | -153,1 | 1292,68 | 266  | 0,17 | 266    |
| Okt-08  | 2316 | 1562,63 | -121,5 | 1222,42 | 1094 | 0,47 | 1094   |
| Nop-08  | 1946 | 1598,19 | -106,9 | 1441,12 | 505  | 0,26 | 505    |
| Des-08  | 1836 | 1598,52 | -96,96 | 1491,27 | 345  | 0,19 | 345    |
| Jan-09  | 2406 | 1782,93 | -70,82 | 1501,56 | 904  | 0,38 | 904    |
| Feb-09  | 1816 | 1744,43 | -67,82 | 1712,11 | 104  | 0,06 | 104    |
| Mar-09  | 2276 | 1863,08 | -50,49 | 1676,62 | 599  | 0,26 | 599    |
| Apr-09  | 2179 | 1926,58 | -39,9  | 1812,59 | 366  | 0,17 | 366    |

Lampiran 7. *Output Microsoft Excel 2007* untuk Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (Linier Satu Parameter dari Brown) pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta ( $\alpha=0,14$ ).

| Time    | Zt    | S'       | S''      | a        | b      | Ft+m     | e     | e/zt  |
|---------|-------|----------|----------|----------|--------|----------|-------|-------|
| Jan-08  | 13854 | 13854    | 13854    | 13854    | 26,5   |          |       |       |
| Feb-08  | 12937 | 13725,62 | 13836,03 | 13615,21 | -17,97 | 13880,5  | -944  | 0,073 |
| Mar-08  | 12373 | 13536,25 | 13794,06 | 13278,45 | -41,97 | 13597,24 | -1224 | 0,099 |
| Apr-08  | 13343 | 13509,2  | 13754,18 | 13264,22 | -39,88 | 13236,48 | 107   | 0,008 |
| Mei-08  | 13165 | 13461,01 | 13713,13 | 13208,89 | -41,04 | 13224,34 | -59   | 0,005 |
| Jun-08  | 12307 | 13299,45 | 13655,22 | 12943,68 | -57,92 | 13167,84 | -861  | 0,07  |
| Jul-08  | 13882 | 13381,01 | 13616,83 | 13145,18 | -38,39 | 12885,76 | 996   | 0,072 |
| Agus-08 | 14800 | 13579,67 | 13611,63 | 13547,7  | -5,203 | 13106,79 | 1693  | 0,114 |
| Sep-08  | 9705  | 13037,21 | 13531,21 | 12543,22 | -80,42 | 13542,5  | -3838 | 0,395 |
| Okt-08  | 10898 | 12737,72 | 13420,12 | 12055,32 | -111,1 | 12462,8  | -1565 | 0,144 |
| Nop-08  | 12913 | 12762,26 | 13328,02 | 12196,5  | -92,1  | 11944,24 | 969   | 0,075 |
| Des-08  | 12126 | 12673,18 | 13236,34 | 12110,03 | -91,68 | 12104,4  | 22    | 0,002 |
| Jan-09  | 12267 | 12616,32 | 13149,54 | 12083,1  | -86,8  | 12018,35 | 249   | 0,02  |
| Feb-09  | 11654 | 12481,59 | 13056,03 | 11907,16 | -93,51 | 11996,29 | -342  | 0,029 |
| Mar-09  | 12222 | 12445,25 | 12970,52 | 11919,98 | -85,51 | 11813,65 | 408   | 0,033 |
| Apr-09  | 11000 | 12242,92 | 12868,65 | 11617,18 | -101,9 | 11834,47 | -834  | 0,076 |

Lampiran 8. *Output Microsoft Excel 2007* untuk Metode Pemulusan Adaptif Satu Parameter dari Brown pada Data Jumlah Barang yang Dimuat pada Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno Hatta ( $\delta=0,87$ ).

| Time    | Zt    | St       | bt     | Ft+m     | e     | e/zt | abs(e) |
|---------|-------|----------|--------|----------|-------|------|--------|
| Jan-08  | 13854 | 13854    | 26,5   |          |       |      |        |
| Feb-08  | 12937 | 13651,14 | 10,55  | 13880,5  | -944  | 0,07 | 943,5  |
| Mar-08  | 12373 | 13348,41 | -11,22 | 13661,69 | -1289 | 0,1  | 1288,7 |
| Apr-08  | 13343 | 13338,6  | -11,13 | 13337,19 | 6     | 0    | 5,8145 |
| Mei-08  | 13165 | 13287,98 | -13,87 | 13327,47 | -162  | 0,01 | 162,47 |
| Jun-08  | 12307 | 13039    | -30,22 | 13274,1  | -967  | 0,08 | 967,1  |
| Jul-08  | 13882 | 13221,06 | -15,46 | 13008,79 | 873   | 0,06 | 873,21 |
| Agus-08 | 14800 | 13593,2  | 11,49  | 13205,61 | 1594  | 0,11 | 1594,4 |
| Sep-08  | 9705  | 12656,68 | -54,42 | 13604,69 | -3900 | 0,4  | 3899,7 |
| Okt-08  | 10898 | 12187,95 | -83,22 | 12602,26 | -1704 | 0,16 | 1704,3 |
| Nop-08  | 12913 | 12301,22 | -69,56 | 12104,73 | 808   | 0,06 | 808,27 |
| Des-08  | 12126 | 12205,98 | -71,35 | 12231,66 | -106  | 0,01 | 105,66 |
| Jan-09  | 12267 | 12166,81 | -69,11 | 12134,63 | 132   | 0,01 | 132,37 |
| Feb-09  | 11654 | 11989,84 | -76,61 | 12097,7  | -444  | 0,04 | 443,7  |
| Mar-09  | 12222 | 11988,29 | -71,39 | 11913,23 | 309   | 0,03 | 308,77 |
| Apr-09  | 11000 | 11694    | -86,88 | 11916,9  | -917  | 0,08 | 916,9  |