

PERBANDINGAN *DOUBLE MOVING AVERAGE* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN JUMLAH KEDATANGAN WISATAWAN MANCANEGARA DI BANDARA NGURAH RAI

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Cinthia Vairra Hudyanti
NIM: 155150207111156



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

PENGESAHAN

PERBANDINGAN *DOUBLE MOVING AVERAGE* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN JUMLAH KEDATANGAN WISATAWAN MANCANEGARA DI BANDARA NGURAH RAI

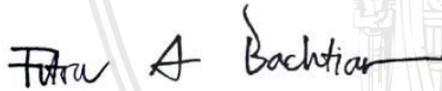
SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh :
Cinthia Vairra Hudyanti
NIM: 155150207111156

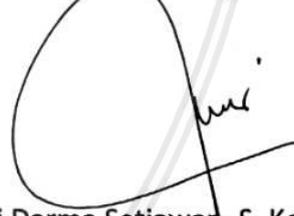
Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
3 Januari 2019
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr.Eng. Fitra A. Bachtiar,S.T.,M.Eng
NIK: 201201 840628 1 001

Pembimbing II



Budi Darma Setiawan, S. Kom, M.Cs
NIP: 19841015 201404 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001 

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 13 Desember 2018



Cinthia Vairra Hudyanti

NIM: 155150207111156

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah, karunia, serta hidayah-Nya laporan skripsi dengan judul “PERBANDINGAN *DOUBLE MOVING AVERAGE* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN JUMLAH KEDATANGAN WISATAWAN MANCANEgara DI BANDARA NGURAH RAI”.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan skripsi ini dari awal hingga terselesaikannya laporan skripsi ini, diantaranya :

1. Fitra A. Bachtiar, Dr.Eng., S.T, M.Eng, selaku dosen pembimbing skripsi I dan Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs, selaku dosen pembimbing skripsi II yang telah memberikan bimbingan serta saran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi tepat waktu.
2. Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D., dan Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Ketua Program Studi Teknik Informatika.
3. Seluruh dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu serta wawasannya selama menempuh pendidikan.
4. Seluruh civitas akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan bantuan serta dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini.
5. Kedua orang tua penulis, Soedarto Hoedoyo dan Rufini Ambar Surastri, serta kaka dan adik penulis.
6. Lucu yang baik, Tesa Putri, M Robby Dharmawan, Puja Putra, Cevita Detri, Dyva Agna, Nurhana Ramadani dan Ilham Rais.
7. Rizdiani Tri, Witriana Sumarni, Rafiqah Isti, Siti Alfina, Arif Luthfiansyah.
8. Teman-teman PKL, Amaliah Gusfadilah dan Dwi Damara serta Sulaiman dan Jalu Sehat yang selalu mendukung.
9. Seluruh teman-teman Informatika UB angkatan 2015 serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam masa pendidikan sampai terselesaikannya skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwasannya skripsi ini masih mempunyai kekurangan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan. Dan besar harapan penulis skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Malang, 13 Desember 2018

Penulis

cvairra@gmail.com

ABSTRAK

Cinthia Vairra Hudyanti, Perbandingan *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai

Dosen Pembimbing: Dr.Eng. Fitra A. Bachtiar, S.T, M.Eng dan Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs

Setiap tahunnya jumlah kedatangan mancanegara di Bali selalu meningkat (BPS, Badan Pusat Statistik). Peningkatan jumlah kedatangan mancanegara ini akan berdampak pada kesediaan sarana, prasarana, maupun layanan pihak bandara atau Angkasa Pura I. Banyak hal mempengaruhi kedatangan mancanegara, yang mengakibatkan dibutuhkan peramalan jumlah kedatangan mancanegara yang hasilnya dapat digunakan oleh pihak Angkasa Pura I sebagai pihak pengelola bandara dan pemerintah daerah untuk meningkatkan pelayanan. Penelitian ini peramalan dilakukan menggunakan *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Perhitungan akurasi dilakukan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Data yang digunakan sebanyak 120 data yaitu dari bulan Januari 2008 hingga Desember 2017, dan didapatkan dari situs resmi Badan Pusat Statistik. Dari penelitian ini pengujian pada tahun 2017 didapatkan nilai orde waktu terbaik untuk *Double Moving Average* adalah 2 dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter $\alpha = 0.4$. Dari nilai parameter tersebut didapatkan nilai MAPE *Double Moving Average* sebesar 10,522 dan nilai MAPE *Double Exponential Smoothing* sebesar 3,355. Pada *Double Exponential Smoothing* memiliki nilai dibawah 10 maka dikatakan sangat baik, sedangkan *Double Moving Average* dengan nilai diatas 10 dikatakan baik. Dapat disimpulkan bahwa *Double Exponential Smoothing* memiliki akurasi lebih baik dibandingkan *Double Moving Average* pada peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai.

Kata kunci: Peramalan, kedatangan wisatawan mancanegara, *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

ABSTRACT

Cynthia Vairra Hudyanti, Comparison of Double Moving Average and Double Exponential Smoothing Method for Forecasting of International tourist Arrival at Ngurah Rai Airport.

Supervisors: Dr.Eng. Fitra A. Bachtiar, S.T, M.Eng and Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs

Every year the number of international tourist arrivals in Bali always increases (BPS, Statistics Indonesia). Increasing the number of international tourist arrivals will have an impact on the availability of facilities, infrastructure, and services for the airport or Angkasa Pura I. Many things affect foreign arrivals, resulting in the need forecasting the number of foreign arrivals whose results can be used by Angkasa Pura I as the airport manager and local government to improve services. This research forecasting is done using Double Moving Average and Double Exponential Smoothing. Accuracy calculation is done by using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The data used are 120 data, from January 2008 to December 2017, and obtained from the official website of Statistics Indonesia. From this study testing in 2017 found the best time order value for the Double Moving Average is 2 and Double Exponential Smoothing with parameter $\alpha = 0.4$. From these parameter values, the MAPE Double Moving Average value is 10,522 and the MAPE Double Exponential Smoothing value is 3,355. At Double Exponential Smoothing has a value below 10, it is said to be very good, while the Double Moving Average with a value above 10 is said to be good. It can be concluded that Double Exponential Smoothing has better accuracy than Double Moving Average in forecasting the number of arrivals of foreign tourists at Ngurah Rai Airport.

Keywords: Forecasting, International Tourist Arrival, Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SOURCE CODE	xiii
LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan masalah	4
1.6 Sistematika pembahasan.....	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Peramalan	8
2.2.1 Definisi.....	8
2.2.2 Karakteristik	9
2.2.3 Kondisi.....	9
2.2.4 Jenis peramalan.....	9
2.2.5 Pola data.....	10
2.3 Karakteristik Data Kedatangan Wisatawan Mancanegara	11
2.4 <i>Time Series</i>	12
2.5 <i>Double Moving Average (DMA)</i>	12
2.6 <i>Double Exponential Smoothing (DES)</i>	13



2.7 Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	14
BAB 3 METODOLOGI	15
3.1 Tipe Penelitian	15
3.2 Strategi dan Rancangan Penelitian	16
3.2.1 Objek Penelitian	16
3.2.2 Metode Pengumpulan Data	16
3.2.3 Pengolahan dan Analisis Data	16
3.3 Pengumpulan Data	16
3.4 Perancangan Sistem.....	17
3.4.1 Mekanisme penyelesaian masalah	17
3.4.2 Perancangan antarmuka	18
3.4.3 Perancangan pengujian.....	18
3.5 Implementasi	18
3.6 Pengujian Sistem.....	18
3.7 Penarikan Kesimpulan	18
BAB 4 PERANCANGAN	19
4.1 Formulasi Permasalahan.....	19
4.2 Penyelesaian perhitungan peramalan tahun 2017 dengan metode <i>Double Moving Average</i>	19
4.2.1 Proses Perhitungan <i>Single Moving Average</i>	21
4.2.2 Proses Perhitungan <i>Double Moving Average</i>	22
4.2.3 Perhitungan nilai konstanta	23
4.2.4 Perhitungan Koefisien <i>Trend</i>	24
4.2.5 Perhitungan Hasil Peramalan.....	25
4.3 Penyelesaian perhitungan peramalan tahun 2017 dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	26
4.3.1 Proses Perhitungan <i>Smoothing</i> Pertama	27
4.3.2 Proses Perhitungan <i>Smoothing</i> Kedua.....	28
4.3.3 Proses Perhitungan Nilai Konstanta.....	29
4.3.4 Proses Perhitungan Koefisien <i>Trend</i>	30
4.3.5 Proses Perhitungan Hasil Peramalan	31
4.4 Penyelesaian <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	32
4.5 Contoh Perhitungan Manualisasi.....	32

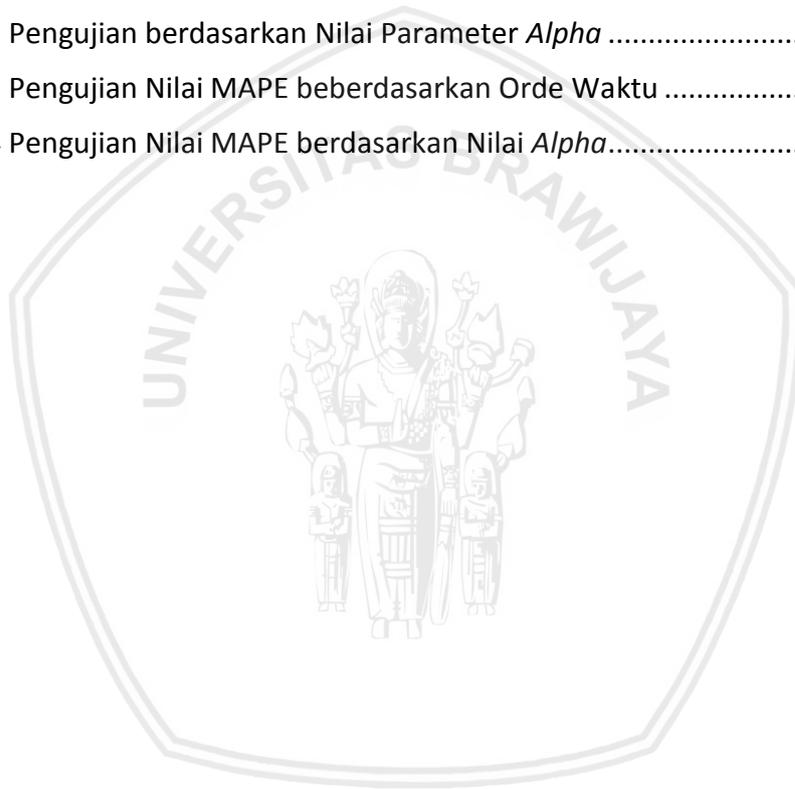
4.5.1 Perhitungan Manualisasi <i>Double Moving Average</i>	33
4.5.2 Perhitungan Manualisasi <i>Double Exponential Smoothing</i>	35
4.5.3 Perhitungan MAPE	37
4.6 Perancangan Antarmuka	37
4.6.1 Perancangan <i>Tab</i> Data Latih	37
4.6.2 Perancangan <i>Tab</i> Perhitungan <i>Training</i>	38
4.6.3 Perancangan <i>Tab</i> Hasil.....	39
4.7 Perancangan Pengujian	39
4.7.1 Rancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Orde Waktu pada Metode <i>Double Moving Average</i>	40
4.7.2 Rancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Parameter <i>Alpha</i> pada Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	40
BAB 5 IMPLEMENTASI.....	42
5.1 Implementasi Kode Program	42
5.1.1 Implementasi Metode <i>Double Moving Average</i>	42
5.1.2 Implementasi Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	45
5.1.3 Implementasi Perhitungan Nilai MAPE.....	47
5.2 Implementasi <i>User Interface</i>	48
5.2.1 Implementasi <i>Tab</i> Data Latih	48
5.2.2 Implementasi <i>Tab</i> Perhitungan <i>Training</i>	49
5.2.3 Implementasi <i>Tab</i> Hasil.....	49
BAB 6 PENGUJIAN.....	51
6.1 Hasil Pengujian Pengaruh Nilai Orde Waktu pada <i>Double Moving Average</i>	51
6.2 Hasil Pengujian Pengaruh Nilai Parameter <i>Alpha</i> pada <i>Double Exponential Smoothing</i>	53
6.3 Pengujian Nilai MAPE.....	55
6.3.1 Pengujian Nilai MAPE <i>Double Moving Average</i>	55
6.3.2 Pengujian Nilai MAPE <i>Double Exponential Smoothing</i>	55
6.4 Perbandingan Hasil Peramalan.....	55
BAB 7 KESIMPULAN	57
7.1 Kesimpulan.....	57
7.2 Saran	58

DAFTAR REFERENSI..... 59
Lampiran A data jumlah kedatangan mancanegara di bandara ngurah rai 61



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka	7
Tabel 2.2 Kriteria Nilai MAPE	14
Tabel 4.1 Data Jumlah Kedatangan Mancanegara.....	33
Tabel 4.2 Hasil Peramalan Double Moving Average	34
Tabel 4.3 Perancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Nilai Orde.....	40
Tabel 4.4 Perancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Nilai <i>Alpha</i>	40
Tabel 6.1 Pengujian berdasarkan Nilai Orde Waktu	51
Tabel 6.2 Pengujian berdasarkan Nilai Parameter <i>Alpha</i>	53
Tabel 6.3 Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Orde Waktu	55
Tabel 6.4 Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Nilai <i>Alpha</i>	55



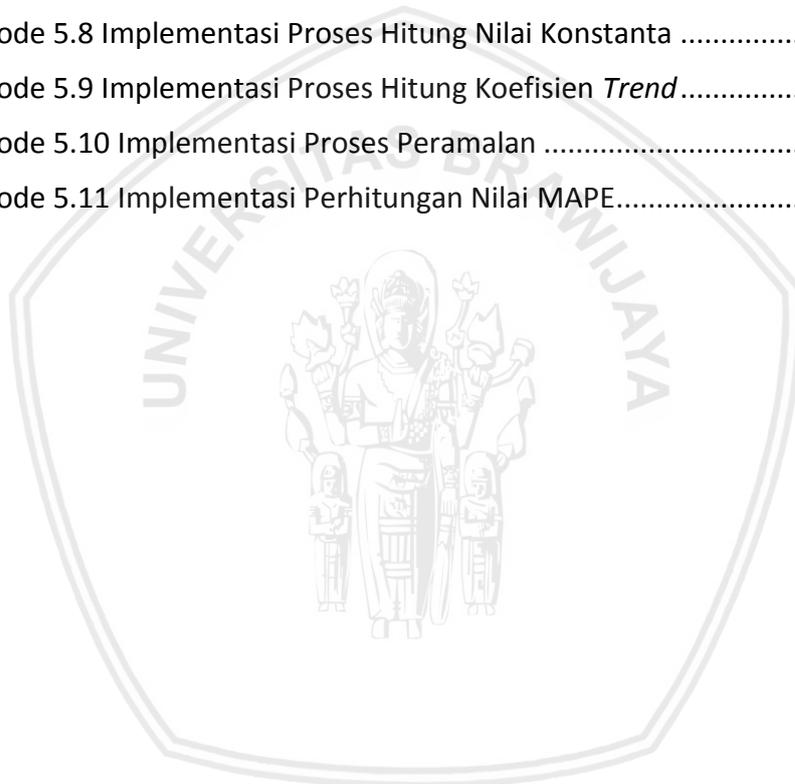
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Pola Data Horizontal.....	10
Gambar 2.2 Contoh Pola Data <i>Trend</i> Naik.....	10
Gambar 2.3 Contoh Pola Data Musiman	11
Gambar 2.4 Contoh Pola Data Siklis.....	11
Gambar 2.5 Pola Data Kedatangan Mancanegara.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Diagram Blok Mekanisme Penyelesaian Masalah.....	17
Gambar 4.1 Diagram Alir Peramalan dengan metode <i>Double Moving Average</i> ..	20
Gambar 4.2 Diagram Alir Perhitungan <i>Single Moving Average</i>	21
Gambar 4.3 Diagram Alir Perhitungan <i>Double Moving Average</i>	22
Gambar 4.4 Diagram Alir Perhitungan Nilai Konstanta	23
Gambar 4.5 Diagram Alir Perhitungan Koefisien <i>Trend</i>	24
Gambar 4.6 Diagram Alir Perhitungan Hasil Peramalan.....	25
Gambar 4.7 Diagram Alir Peramalan <i>Double Exponential Smoothing</i>	27
Gambar 4.8 Diagram Alir Perhitungan <i>Smoothing</i> Pertama.....	28
Gambar 4.9 Diagram Alir Perhitungan <i>Smoothing</i> Kedua	29
Gambar 4.10 Diagram Alir Perhitungan Nilai Konstanta	30
Gambar 4.11 Diagram Alir Perhitungan Koefisien <i>Trend</i>	30
Gambar 4.12 Diagram Alir Perhitungan MAPE	32
Gambar 4.13 Perancangan <i>Tab</i> Data Latih	38
Gambar 4.14 Perancangan <i>Tab</i> Perhitungan Training.....	38
Gambar 4.15 Perancangan <i>Tab</i> Hasil	39
Gambar 5.1 Implementasi Tab Data Latih	48
Gambar 5.2 Implementasi Tab Perhitungan <i>Training</i>	49
Gambar 5.3 Implementasi Tab Perhitungan <i>Training</i>	50



DAFTAR SOURCE CODE

Source Code 5.1 Implementasi Proses <i>Single Moving Average</i>	42
Source Code 5.2 Implementasi Proses <i>Double Moving Average</i>	43
Source Code 5.3 Implementasi Proses Hitung Nilai Konstanta	43
Source Code 5.4 Implementasi Proses Hitung Koefisien <i>Trend</i>	44
Source Code 5.5 Implementasi Proses Hitung Peramalan.....	44
Source Code 5.6 Implementasi Proses <i>Single Exponential Smoothing</i>	45
Source Code 5.7 Implementasi Proses <i>Double Exponential Smoothing</i>	46
Source Code 5.8 Implementasi Proses Hitung Nilai Konstanta	46
Source Code 5.9 Implementasi Proses Hitung Koefisien <i>Trend</i>	47
Source Code 5.10 Implementasi Proses Peramalan	47
Source Code 5.11 Implementasi Perhitungan Nilai MAPE.....	47



LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA JUMLAH KEDATANGAN MANCANEgara DI BANDARA
NGURAH RAI 64



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Saat ini Bali telah meraih berbagai penghargaan sebagai salah satu pulau terbaik di dunia. Penghargaan tersebut diberikan oleh TripAdvisor, majalah pariwisata internasional Conde Nest (CN) Traveller dan juga ajang DestinAsian Readers Choice Award (DRCA) 2017 di Singapura (Naufal, 2017). Alasan tersebut mengakibatkan dari tahun ke tahun jumlah wisatawan mancanegara di pulau Bali selalu meningkat. Hal tersebut dapat dilihat dalam data yang didapat dari *website* resmi Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa jumlah kedatangan mancanegara melalui Bandara Ngurah Rai memiliki lalu lintas mancanegara tertinggi di Indonesia meski angka tersebut sempat menurun akibat aktivitas gunung berapi. Sepinya pengunjung ke Bali disebabkan selain karena ditutupnya bandara, disebabkan pula oleh banyaknya pembatalan penerbangan ke Bali akibat dari *Travel Warning* yang dikelurakan oleh pemerintah (Bhaskara, 2017).

Banyak hal yang dapat mempengaruhi kedatangan mancanegara di Indonesia, sebagai contoh antara lain berbagai macam produk wisata, fasilitas pelayanan kepada setiap tamu negara, keamanan wisatawan mancanegara, hingga perencanaan investasi wisata (Naufal, 2017). Jumlah wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai mengalami fluktuatif yang memberikan dampak dibutuhkan penambahan fasilitas seperti apron pesawat, *check in counter* dan pembuatan *rapid exit taxiway* untuk meningkatkan kualitas dari landasan pacu di bandara Ngurah Rai (Angkasa Pura, 2018). Hal tersebut mengakibatkan diperlukannya peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Pulau Bali. Hasil dari peramalan jumlah wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai tersebut dapat digunakan oleh pihak Angkasa Pura I sebagai pihak pengelola bandar udara Ngurah Rai dan pemerintah daerah untuk meningkatkan pelayanan di Bali terhadap wisatawan mancanegara.

Terdapat beberapa macam metode yang dapat digunakan dalam peramalan terhadap masalah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai. Terdapat 2 macam algoritma peramalan yaitu algoritma peramalan subjektif dan algoritma peramalan objektif, algoritma peramalan subjektif memiliki model kualitatif yang menggunakan intuisi, algoritma ini digunakan jika data kuantitatif yang akurat tidak dimiliki. Algoritma peramalan objektif mempunyai 2 model peramalan yaitu model kausal dan model *time series*. Model kausal adalah model peramalan yang mempertimbangkan nilai dari variabel sebagai pengaruh dari variabel yang lain. Model *time series* adalah model peramalan yang digunakan dalam meramalkan masa depan dengan data historis. Jenis-jenis algoritma yang dapat digunakan untuk data *time series* adalah *Moving Average*, *Exponential Smoothing* dan proyeksi *trend* (Kristianto, 2017).

Algoritma *Moving Average* adalah algoritma peramalan yang menggunakan model rata-rata bergerak sedangkan algoritma *Exponential*

Smoothing adalah algoritma peramalan yang melakukan *smoothing* eksponensial. Hasil *smoothing* eksponensial dapat digunakan untuk data yang tidak stabil. Data yang tidak stabil tersebut dapat berupa data yang perubahannya besar atau data yang tidak beraturan. Model algoritma metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* adalah algoritma peramalan yang digunakan apabila data menunjukkan adanya *trend*.

Dari data yang didapatkan pada Badan Pusat Statistik (BPS), penerbangan mancanegara tidak selalu membawa penumpang dengan jumlah yang sama. Kedatangan wisatawan yang jumlahnya tiap bulan dan tahunnya tidak dapat dipastikan ini mengakibatkan memiliki kecenderungan membentuk pola. Pola data yang didapatkan adalah data dengan *trend* yang cenderung naik dan memiliki tipe musiman. Tipe data *trend* dapat dilihat dimana dari tahun ke tahun jumlah kedatangan wisatawan mancanegara selalu mengalami kenaikan dan penurunan. Dari pola data tersebut, untuk menanggulangi masalah data yang musiman dan/atau *trend* maka digunakan 2 metode yaitu *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* yang nantinya akan dibandingkan.

Beberapa penelitian telah dilakukan metode *Double Moving Average*. Penelitian pertama oleh Ardhiani (2009) tentang sistem pendukung keputusan pengadaan *supplies* dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Moving Average* pada Rumah Sakit Siti Khodijah Sepanjang dengan hasil metode *Double Moving Average* memiliki *error* lebih kecil dibandingkan metode *Single Exponential Smoothing*. Penelitian kedua dilakukan oleh Setyowardhani (Tanpa tahun) untuk *data trend* kendaraan bermotor di Kabupaten Banyuwangi dengan metode *Double Moving Average*, peramalan dilakukan untuk sedan, *truck*, sepeda motor, *jeep*. Hasil penelitian menunjukkan bus memiliki MSE terkecil dengan nilai sebesar 21.333. Penelitian ketiga mengenai *Double Moving Average*, dilakukan oleh Siti Rohana (2013) mengenai pengendalian persediaan bahan baku baja MS di Direktorat Produksi ATMI Cikarang dengan hasil MAPE 33,37%.

Terdapat penelitian sebelumnya pula mengenai *Double Exponential Smoothing* oleh LaViola (2003) tentang *tracking* pengguna menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* serta membandingkan dengan algoritma *Kalman* dan *extended Kalman filter-based*. Hasilnya adalah metode *Double Exponential Smoothing* memiliki kecepatan kerja 135 kali lebih baik dari KF/EKF dengan ketepatan yang sama. Penelitian kedua oleh Wu, Liu & Yang (2015) tentang peramalan *pig price* di Cina menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Penelitian *pig price* pada tahun 2015 ini dengan $\alpha = 0.75$ memiliki MAPE sebesar 6.98. Penelitian ketiga oleh Wright (1985) tentang menangani data persediaan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan $\alpha = 0.2, 0.5$ dan 0.8 . Penelitian ini memiliki kesimpulan bahwa hasil akan berpengaruh terjadi jika setidaknya 40% data dihapus.

Berdasarkan permasalahan dan studi dari penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan, penelitian ini akan melakukan peramalan jumlah kedatangan mancanegara di Bandar Udara Ngurah Rai dari data *time series* yaitu data tahun

2008 hingga 2016 dan tahun 2017 sebagai data yang akan diramalkan. Sehubungan dengan data *time series* yang akan diramalkan bersifat musiman dan *trend*, maka peramalan penelitian ini menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*, dan metode *Double Moving Average*. Dengan membandingkan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* penelitian ini akan dilakukan pengujian beberapa parameter untuk mendapatkan nilai parameter terbaik untuk metode *Double Exponential Smoothing* dan membandingkan hasil peramalan dengan rata-rata bergerak kedua pada metode *Double Moving Average*. Perbandingan akan dilihat dari tingkat *error* serta hasil peramalan dari jumlah kedatangan wisatawan mancanegara yang didapatkan.

Dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan perbandingan untuk dua metode yaitu *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* dengan metode perhitungan akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan permasalahan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh nilai orde waktu rata-rata bergerak kedua pada metode *Double Moving Average* terhadap akurasi pada peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai?
2. Bagaimana pengaruh nilai parameter α pada metode *Double Exponential Smoothing* terhadap akurasi pada peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai?
3. Bagaimana hasil perbandingan tingkat error dan hasil peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Internasional Ngurah Rai dengan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh nilai orde waktu rata-rata bergerak kedua pada metode *Double Moving Average* terhadap akurasi peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Internasional Ngurah Rai.
2. Menemukan pengaruh dari nilai parameter *alpha* pada metode *Double Exponential Smoothing* terhadap akurasi peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Internasional Ngurah Rai
3. Membandingkan tingkat error dan hasil peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Internasional Ngurah Rai dengan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*.

1.4 Manfaat

Dapat dijadikan acuan realisasi keinginan pihak *airlines* (perusahaan angkutan penerbangan) jika ingin menambah rute serta menyiapkan Bali dalam menerima wisatawan atau digunakan sebagai acuan pembatasan jumlah kedatangan atau kapasitas penumpang pesawat agar tidak terjadi kelebihan wisatawan di pulau Bali.

1.5 Batasan masalah

Agar masalah tidak keluar dari topik, maka diberikan batasan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Objek yang digunakan adalah jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Internasional Ngurah Rai.
2. Data yang digunakan adalah data bulanan dari periode Januari 2008 – Desember 2017.
3. Metode yang digunakan adalah *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika penyusunan pada penelitian ini berdasarkan sistematika penulis skripsi sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama ini berisi tentang latar belakang sistem peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai beserta rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab kedua ini berisi tentang kajian pustaka dan dasar teori yang dijadikan acuan untuk mendukung penelitian peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai. Dasar teori terkait metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga ini berisi tentang metodologi penelitian. Metodologi penelitian berisi langkah-langkah kerja peneliti yang terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian dan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN

Pada bab keempat ini berisi tentang bagaimana perancangan sistem dari metode *Double Moving Average* agar dapat diimplementasikan dalam sistem peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai .

BAB V IMPLEMENTASI

Bab kelima ini membahas implementasi sistem sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab keenam ini membahas pengujian dan hasil analisis dari metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB VII PENUTUP

Bab ketujuh ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari keseluruhan penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pada penelitian ini akan membahas perbandingan antara penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan penelitian yang akan diusulkan. Analisis tentang perbandingan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dan penelitian yang diusulkan dengan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Penelitian pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Padrul & Jana (2018) tentang peramalan kurs IDR terhadap USD menggunakan *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Penelitian ini melakukan prediksi dengan menggunakan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data 14 hari terakhir data kurs mata uang IDR terhadap USD. Metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* digunakan untuk metode tersebut agar lebih mengakomodir adanya *trend* pada data yang tersedia. Keluaran dari sistem tersebut adalah hasil prediksi dan MAD untuk metode *Double Moving Average* 93,8 dan *Double Exponential Smoothing* 99,9 serta MAPE sama sebesar 11,1.

Penelitian kedua adalah penelitian oleh Azizah (2015). Dengan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* dilakukan penelitian terhadap migrasi masuk ke kota Surabaya tahun 2015. Hasil peramalan dari penelitian ini nilai MSE= 6510694,47 dan MSE= 3221355,48 dengan $\alpha=0.05$. Penelitian juga menghasilkan nilai rata-rata % *error* dengan nilai *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* berturut-turut 18,53% dan 14,95%.

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Elis (2017) yang mengenai prediksi Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara ke Jawa Barat menggunakan *Double Moving Smoothing* (DES) Satu Parameter *Brown*. Penelitian ini melakukan prediksi dengan menggunakan metode *Double Moving Smoothing* (DES) Satu Parameter *Brown*. Data yang digunakan adalah jumlah kedatangan wisatawan mancanegara ke Jawa Barat tahun 2012-2016. *Output* dari sistem tersebut adalah hasil prediksi dengan error MAPE sebesar 27.92800686 dan MAE sebesar 3651.

Penelitian keempat adalah penelitian yang dilakukan oleh Sinaga & Erawati (2018) mengenai Perbandingan *Double Moving Average* dengan *Double Exponential Smoothing* pada Peramalan Bahan Medis Habis Pakai. Penelitian ini melakukan peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* dengan *Double Exponential Smoothing*. Data yang digunakan adalah data jumlah pemakaian BMHP dalam hal ini diambil item jarum suntik (sprit) 3 ml pada RSUD HAMS Kisaran. Keluaran dari sistem tersebut adalah hasil prediksi dengan *Double Moving Average* periode $n=3$ memiliki akurasi yang baik (tingkat kesalahan terkecil) yaitu MAE 61.62, MAPE 0.353, RMSE 95.8. *Double Exponential*

Smoothing diperoleh dengan nilai parameter 0.1 memiliki akurasi yang baik (tingkat kesalahan terkecil) yaitu MAE 100.34, MAPE 0.633, RMSE 163.86.

Penelitian kelima adalah penelitian yang dilakukan oleh Padrul dan Hanief (2018) mengenai distributor gula. Penelitian ini melakukan peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* dengan *Double Exponential Smoothing*. Data yang digunakan adalah *stock* sisa. Keluaran dari sistem tersebut adalah hasil prediksi distributor gula.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek	Metode	Output
		Input Kriteria/Parameter		
1.	Peramalan Kurs IDR Terhadap USD Menggunakan <i>Double Moving Average</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i> (Jana, et al., 2017)	Objek: Kurs IDR Terhadap USD. Data: 14 hari terakhir data kurs mata uang IDR terhadap USD.	Metode: <i>Double Moving Average</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i> .	- Hasil: hasil prediksi - error MAPE sebesar 27.92800686 - MAE sebesar 3651.
2.	Peramalan Migrasi Masuk Kota Surabaya Tahun 2015 dengan Metode <i>Double Moving Average</i> dan <i>Double Exponential Smoothing Brown</i> (Azizah, 2015)	Objek: Migrasi masuk kota Surabaya. Data : Jumlah migrasi masuk.	Metode: <i>Double Moving Average</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i> .	- Hasil: Hasil prediksi dan MSE untuk DMA = 6510694,47 dan DES = 3221355,48.
3.	Prediksi Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara ke Jawa Barat menggunakan <i>Double Moving Smoothing (DES)</i> Satu Parameter <i>Brown</i> (Hertini, 2017)	Objek: Wisatawan mancanegara Jawa Barat. Data: jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Jawa Barat tahun 2012 hingga 2016.	Metode: <i>Double Moving Smoothing (DES)</i> Satu Parameter <i>Brown</i> .	Hasil: hasil prediksi MAD untuk metode <i>Double Moving Average</i> 93,8 dan <i>Double Exponential Smoothing</i> 99,9. - MAPE sama sebesar 11,1.
4.	Perbandingan <i>Double Moving Average</i> dengan <i>Double Exponential</i>	Objek: Stok Bahan Medis. Data: data jumlah pemakaian BMHP	Metode: <i>Double Moving Average</i> dan <i>Double Exponential</i>	- Hasil: hasil prediksi. - periode n=3 memiliki akurasi yang baik

	Smoothing pada Peramalan Bahan Medis Habis Pakai (Sinaga & Irawati, 2018)	dalam hal ini diambil item jarum suntik (sprit) 3 ml pada RSUD HAMS Kisaran.	Smoothing.	(tingkat kesalahan terkecil) yaitu MAE 61.62, MAPE 0.353, RMSE 95.8. - <i>double exponential smoothing</i> diperoleh dengannilai bobot 0.1 memiliki akurasi yang baik (tingkat kesalahan terkecil) yaitu MAE 100.34, MAPE 0.633, RMSE 163.86
5.	Teknik Peramalan Dengan <i>Double Exponential Smoothing</i> Pada Distributor Gula (Purwanto & Hanief, Tanpa Tahun)	Objek: Distributor Gula. Data: Data stock sisa.	Metode: Double Exponential Smoothing.	Hasil: hasil prediksi.

Dalam penelitian ini akan membandingkan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Proses perbandingan akan menggunakan metode perhitungan akurasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Parameter yang akan digunakan dan dibandingkan adalah orde waktu pada *Double Moving Average* dan parameter *alpha* pada *Double Exponential Smoothing*. Data yang digunakan adalah jumlah kedatangan wisatawan mancanegara yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS).

2.2 Peramalan

2.2.1 Definisi

Peramalan adalah suatu ilmu yang digunakan untuk memperkirakan atau memprediksi kejadian yang akan terjadi pada masa depan. Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan data-data historis dan diproyeksi untuk masa depan dalam suatu bentuk model matematis. Peramalan dapat pula merupakan prediksi intuisi yang memiliki sifat-sifat subjektif (Heizer & Render, 2006).

Fungsi peramalan dapat diperhatikan pada pengambilan keputusan dari sebuah masalah. Keputusan dapat dikatakan baik jika keputusannya berdasarkan atas pertimbangan apa yang akan terjadi pada waktu keputusan dari masalah itu dilaksanakan. Kesalahan atas rumusan masalah yang kurang tepat pada



peramalan mengakibatkan masalah peramalan yang dihadapi (Ginting & Rosnani, 2007).

Dalam peramalan, ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah:

- *Smoothing*, metode *smoothing* sering digunakan untuk peramalan yang berhubungan dengan perencanaan keuangan dan dapat juga berfungsi sebagai metode untuk mengurangi kemungkinan data masa lalu yang memiliki *trend* musiman atau tidak membentuk pola yang baik.
- *Box jenkins*, metode *box jenkins* mempunyai model matematis yang digunakan dalam melakukan peramalan pada data *time series* dengan jangka waktu pendek.
- Proyeksi *trend*, metode proyeksi *trend* mempunyai persamaan matematis yang berupa garis *trend*, proyeksi *trend* dapat digunakan dalam memprediksi jangka waktu panjang maupun jangka waktu pendek.

2.2.2 Karakteristik

Karakteristik pada peramalan memiliki sifat secara umum. Karakteristik ini harus diperhatikan sebagai penilai hasil dari proses peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai dan metode peramalan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini. Karakteristik peramalan tersebut adalah faktor yang menyebabkan yang berlaku di masa lalu diasumsikan akan berlaku juga di masa yang akan datang. Peramalan memiliki karakteristik tidak akan pernah sempurna dan jumlah kedatangan aktual pasti berbeda dengan jumlah kedatangan yang diramalkan (Baroto & Teguh, 2002).

2.2.3 Kondisi

Dua hal yang harus diperhatikan selama proses peramalan agar mendapatkan hasil peramalan yang akurat dan hasilnya dapat bermanfaat adalah (Makridakis, 1998):

1. Pengumpulan data yang relevan yaitu berupa informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat.
2. Pemilihan teknik peramalan yang tepat agar dapat memanfaatkan informasi data yang dimiliki dengan lebih maksimal.

2.2.4 Jenis peramalan

Berdasarkan horizon waktu, peramalan atau *forecasting* dapat dibagi menjadi tiga jenis (Herjanto & Eddy, 2017), yaitu:

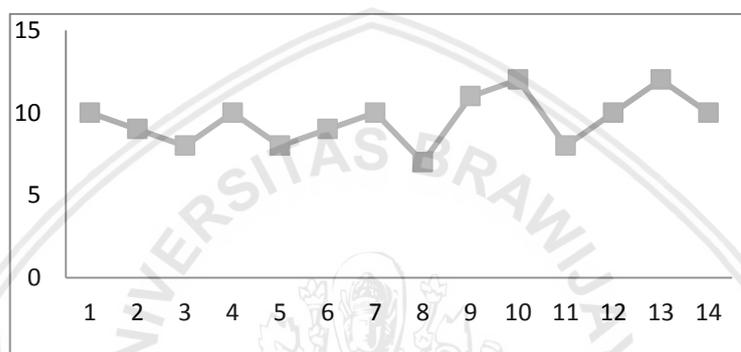
1. **Peramalan jangka panjang**, yaitu peramalan yang mencakup waktu lebih besar dari 18 bulan.
2. **Peramalan jangka menengah**, yaitu peramalan yang mencakup waktu antara 3 sampai 18 bulan.
3. **Peramalan jangka pendek**, yaitu peramalan dengan data paling kecil yaitu hanya mencakup jangka waktu kurang dari 3 bulan.

2.2.5 Pola data

Teknik peramalan dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan pada pola data yang dimiliki. Ada empat jenis tipe pola data menurut Hanke dan Wichen 2005 yaitu:

1. Pola Data Horizontal

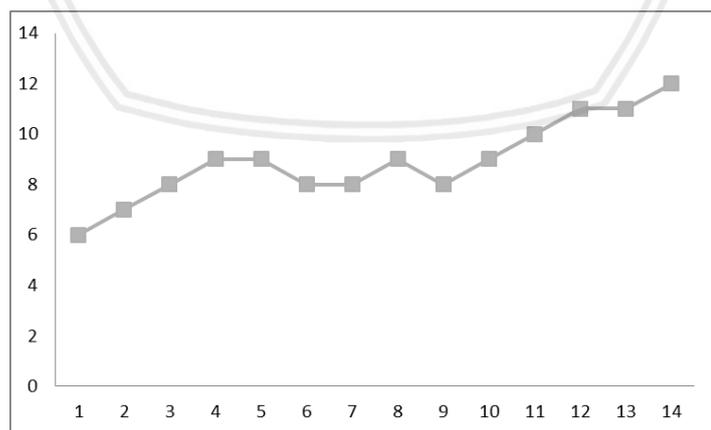
Pola data horizontal terjadi ketika data observasi terjadi fluktuasi diantara suatu nilai konstan atau membentuk garis horizontal. Data ini disebut juga dengan data stasioner. Contoh plot data horizontal adalah pada Gambar 2.1 yaitu berupa plot data penjualan. Jumlah penjualan selalu meningkat atau menurun pada suatu nilai konstan secara konsisten dari waktu ke waktu.



Gambar 2.1 Contoh Pola Data Horizontal

2. Pola Data Trend

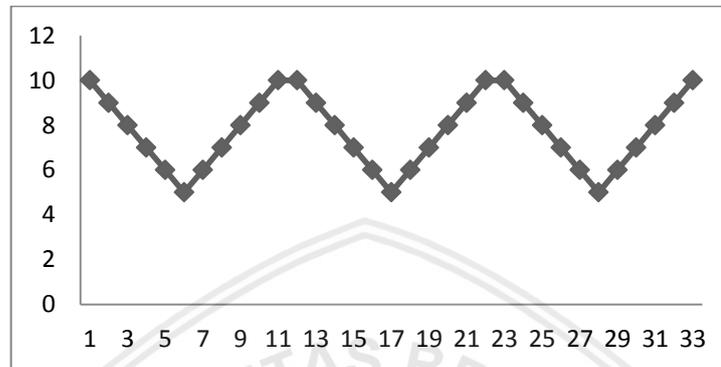
Pola data *trend* terjadi pada data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan nilai selama periode jangka waktu yang panjang. Suatu data pengamatan yang mempunyai *trend* disebut juga data nonstasioner. Plot data *trend* dicontohkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh Pola Data Trend Naik

3. Pola Data Musiman

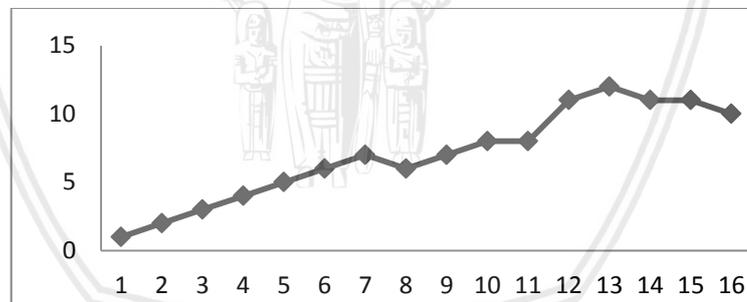
Pola data musiman terjadi pada suatu deret yang dipengaruhi oleh faktor musiman. Pola data musiman dapat mempunyai pola musim yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Misalnya pola yang berulang setiap bulan tertentu, tahun tertentu atau pada minggu tertentu. Contoh dari data musiman ada pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh Pola Data Musiman

4. Pola Data Siklis

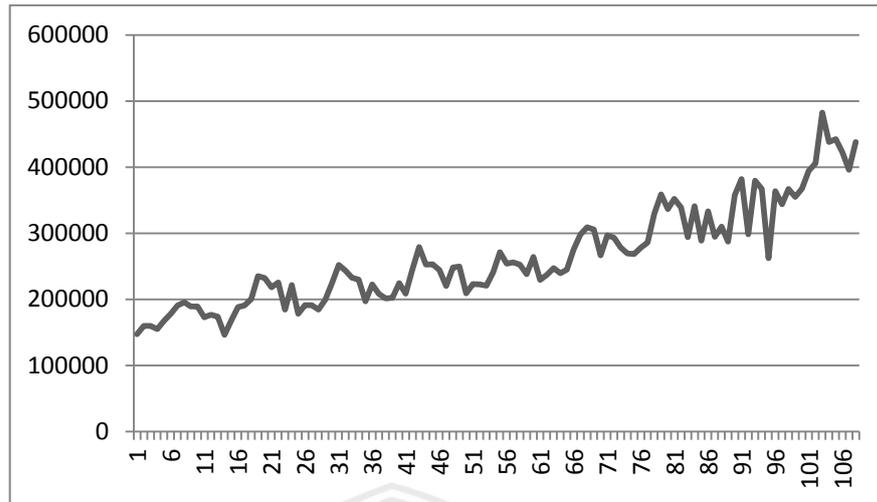
Pola data siklis dapat terjadi untuk sekumpulan deret data yang dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi pada jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Gambar 2.4 adalah sebagai contoh plot pola data siklis.



Gambar 2.4 Contoh Pola Data Siklis

2.3 Karakteristik Data Kedatangan Wisatawan Mancanegara

Pola data yang dihasilkan dari plot data aktual kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai untuk Januari 2008 hingga Desember 2016 memiliki karakteristik *trend* dengan kecenderungan naik untuk setiap tahunnya. Gambar 2.5 adalah hasil plot pola kedatangan wisatawan mancanegara.



Gambar 2.5 Pola Data Kedatangan Mancanegara

2.4 Time Series

Model data *time series* adalah model yang digunakan pada peramalan dengan nilai pada masa depan berdasarkan pada nilai pada masa lalu dari suatu variabel dan atau kesalahan pada masa lalu. Model *time series* ini lebih ring digunakan dalam suatu peramalan. Model peramalan dengan menggunakan *time series* terdapat 2 kategori utama yang harus dilakukan pengujian, pengujian terhadap pemulusan (*smoothing*) dan dekomposisi (*decomposition*). Metode *smoothing* didasari oleh prinsip rata-rata dari kesalahan pada masa lalu (*Averaging smoothing past errors*) dengan menambahkan dari hasil peramalan dengan persentase dari kesalahan (*percentage of the errors*). Dekomposisi membagi data *time series* menjadi komponen-komponen dari siklus, *trend*, musiman dan pengaruh acak. Data tersebut kemudian mengkombinasikan prediksi dari komponen-komponen (kecuali pengaruh acak yang sulit diramalkan). Selain itu peramalan memiliki jenis metode kausal atau disebut juga regresi (Yulianto,2012).

2.5 Double Moving Average (DMA)

Double Moving Average (DMA) merupakan salah satu metode dalam *Moving Average* yang menggunakan data *single moving average* pada waktu tertentu dengan penyesuaian antara *Single Moving Average - Double Moving Average* serta penyesuaian *trend*. Prosedur *moving average* terjadi dua kali sehingga disebut *Double Moving Average*. Adapun langkah yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

1. Menghitung *Single Moving Average* (rata-rata bergerak pertama).

$$S' = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-k-1}}{k} \quad (2.1)$$

2. Menghitung *Double Moving Average* (rata-rata bergerak kedua).

$$S'' = \frac{S_t + S_{t-1} + S_{t-2} + \dots + S_{t-k-1}}{k} \quad (2.2)$$

3. Menentukan besarnya nilai konstanta.

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (2.3)$$

4. Menentukan besarnya koefisien *trend*.

$$b_t = \frac{2}{k-1} (S'_t - S''_t) \quad (2.4)$$

5. Menentukan besarnya nilai peramalan.

$$f_{t+p} = a_t + b_t m \quad (2.5)$$

Keterangan:

S' = *Single Moving Average* (rata-rata bergerak pertama).

S'' = *Double Moving Average* (rata-rata bergerak kedua).

a_t = konstanta.

b_t = koefisien *trend*.

f_{t+p} = peramalan.

k = orde waktu.

m = periode selanjutnya.

2.6 Double Exponential Smoothing (DES)

Metode *Doble Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan yang dikenalkan oleh C. C. Holt pada sekitar tahun 1958. Metode *smoothing* sederhana digunakan jika data tidak memiliki komponen musiman dan *trend*. Parameter yang digunakan pada metode ini yaitu α yang memiliki nilai antara 0 dan 1. Apabila data yang digunakan semakin banyak dalam perhitungan peramalannya maka *percentage error* peramalannya akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

Menurut Makridakis & Spyros (1998) model *Double Exponential Smoothing* umum dengan tahapan peramalan sebagai berikut:

1. Menentukan *smoothing* pertama.

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

2. Menentukan *smoothing* kedua.

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

3. Menentukan besarnya konstanta, $a = 2$.

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

4. Menentukan besarnya koefisien *trend*.

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

5. Menentukan besarnya nilai peramalan.

$$f_{t+p} = a_t + b_t p \quad (2.10)$$

Keterangan:

S'_t = *Smoothing* pertama.

S''_t = *Smoothing* kedua.

a_t = konstanta.



b_t	= koefisien <i>trend</i> .
f_{t+p}	= peramalan.
α	= parameter <i>alpha</i> .
x_t	= data aktual acuan peramalan.
p	= periode selanjutnya.

2.7 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan suatu perhitungan evaluasi, MAPE digunakan untuk mengukur seberapa tepat atau akurat suatu prediksi yang ring digunakan (Kim dan Kim, 2016). Dengan menggunakan MAPE, kita dapat mendapatkan nilai selisih antara nilai aktual dengan nilai prediksi. Berikut ini adalah rumus perhitungan MAPE.

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=0}^n \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i} \right| \quad (2.11)$$

Keterangan:

\hat{y}_i = Hasil prediksi.

y_i = Nilai aktual.

n = banyaknya data yang diuji.

MAPE akan mengukur rata-rata dari *error absolute* sebagai persentase dari nilai rata-rata *error rate absolute* periode data aktual. Nilai MAPE memiliki kriteria yang menjelaskan bahwa semakin kecil nilai MAPE maka nilai akurasi semakin baik. Kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada Tabel 2.2. (Chang, Wang, & Liu, 2007).

Tabel 2.2 Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kriteria
< 10	Sangat Baik
10 – 20	Baik
20 – 50	Cukup
> 50	Buruk

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah kerja yang digunakan dalam penelitian prediksi jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai dengan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini melalui beberapa tahap. Diagram Alir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.1 Tipe Penelitian

Tipe penelitian dalam penelitian ini adalah non-implimentatif dengan pendekatan analitik. Dalam penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan masalah peramalan dengan menggunakan perbandingan dua metode yaitu *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* untuk mendapatkan metode terbaik. Hasil dari penelitian berupa hasil analisis kedua metode.

3.2 Strategi dan Rancangan Penelitian

Penelitian akan dilakukan dari tahap pengumpulan studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi dan penarikan kesimpulan.

3.2.1 Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, objek penelitian yang digunakan adalah jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandar Udara Ngurah Rai. Yang terletak di Jalan Raya Gusti Ngurah Rai, Tuban, Kuta, Kabupaten Badung, Bali. Data didapatkan dari *website* resmi Badan Pusat Statistik (www.bps.go.id). Data tersebut berupa angka jumlah kedatangan dari berbagai bandar udara di Indonesia dari Januari 2008 – Desember 2017 yang berjumlah 120 data.

3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder. Data didapatkan dari hasil studi literatur. Hasil data digunakan sebagai data latih dan data uji. Dilakukan pengumpulan dan mempelajari beberapa literatur yang berhubungan dengan bidang ilmu yang diteliti yaitu perbandingan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Studi literatur yang dibutuhkan meliputi: Peramalan, *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing* dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Studi Literatur diperoleh dari buku, paper, jurnal penelitian sebelumnya dan informasi dari beberapa situs resmi yang tersedia di internet.

3.2.3 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan saat data yang dibutuhkan dalam peramalan dimasukan. Dalam proses pengolahan, data diolah dengan menggunakan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Hasil dari metode adalah hasil ramalan jumlah kedatangan pada bulan selanjutnya dan hasil digunakan untuk menghitung akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil dari MAPE digunakan untuk menganalisis metode terbaik untuk menyelesaikan masalah.

3.3 Pengumpulan Data

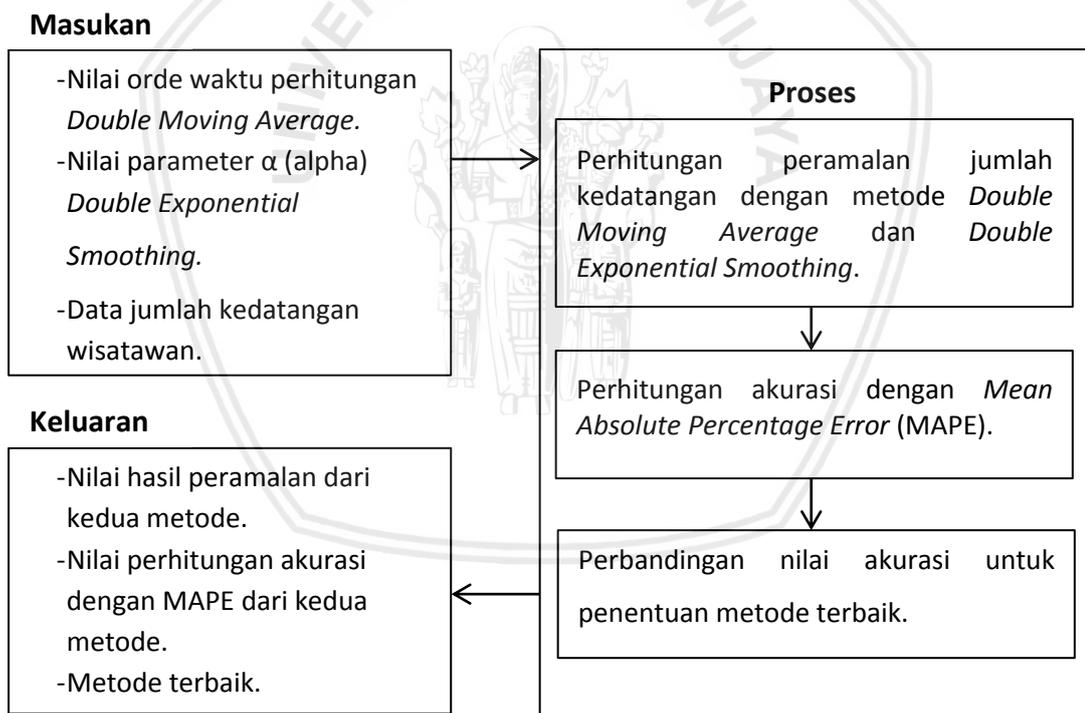
Pengumpulan data didapatkan dari *website* resmi Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu data Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara per Bulan ke Indonesia Menurut Pintu Masuk. Data tersebut berupa angka jumlah kedatangan dari berbagai bandar udara di Indonesia dari Januari 2008 – Desember 2017. Data yang digunakan adalah data pada Bandar Udara Ngurah Rai. Data berjumlah 120 yang terdiri dari 108 data untuk data latih yang didapatkan dari data tahun 2008 hingga taun 2016 dan 12 data untuk data uji yang didapatkan dari data tahun 2017.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibuat untuk sebagai gambaran rincian penelitian yang dilakukan. Perancangan tersebut digunakan untuk memudahkan pengerjaan. Proses dalam perancangan sistem adalah sebagai berikut .

3.4.1 Mekanisme penyelesaian masalah

Mekanisme penyelesaian masalah dilakukan dengan mengidentifikasi masalah secara rinci, menyiapkan kebutuhan untuk penyelesaian berupa data masukan dan metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan berdasarkan hasil identifikasi masalah yang diangkat dalam penelitian yaitu peramalan jumlah kedatangan mancanegara di bandara Ngurah Rai. Penyelesaian meliputi langkah-langkah peramalan menggunakan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* yang digambarkan dengan bentuk diagram alir. Diagram alir terdiri dari setiap proses metode tersebut, pengujian metode hingga perhitungan nilai MAPE. Untuk mekanisme penyelesaian masalah pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Mekanisme Penyelesaian Masalah

Penjelasan dari blok diagram mekanisme penyelesaian pada Gambar 3.2 adalah sebagai berikut.

- Masukan sistem adalah data latih dan data uji yang didapatkan dari keseluruhan data berekstensi .csv serta parameter α (*alpha*).

- Proses penyelesaian masalah dengan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Selain itu terdapat proses perhitungan akurasi dengan menggunakan MAPE.
- Keluaran yang dihasilkan sistem ini adalah data hasil peramalan jumlah kedatangan, nilai akurasi dan juga hasil perbandingan metode.

3.4.2 Perancangan antarmuka

Perancangan antarmuka menggunakan sebuah penghubung antara pengguna dengan sistem. Perancangan antarmuka dilakukan untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan sistem.

3.4.3 Perancangan pengujian

Perancangan pengujian dilakukan untuk menguji sistem untuk menghasilkan akurasi terbaik. Perancangan pengujian sistem yang dilakukan adalah nilai terbaik parameter *alpha* pada *Double Exponential Smoothing* dan orde waktu pada *Double Moving Average*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terbaik.

3.5 Implementasi

Implementasi sistem adalah sebuah tahapan dalam membangun sebuah sistem yang sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam implementasi antara lain:

1. Implementasi antarmuka sistem peramalan.
2. Implementasi algoritma metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* ke dalam bahasa pemrograman Java.
3. Keluaran yang didapatkan berupa informasi hasil peramalan dan nilai MAPE.

3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan sebagai bahan evaluasi keberhasilan sistem. Pengujian dilakukan pada nilai parameter dan jumlah data latih. Pengujian dilakukan untuk menghasilkan nilai parameter serta jumlah data latih yang terbaik dengan Nilai MAPE yang lebih kecil.

3.7 Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan didapatkan setelah tercapainya penelitian. Kesimpulan berisi jawaban atas rumusan masalah yang telah dibuat diawal penelitian. Penulisan saran dibuat untuk sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian selanjutnya.

BAB 4 PERANCANGAN

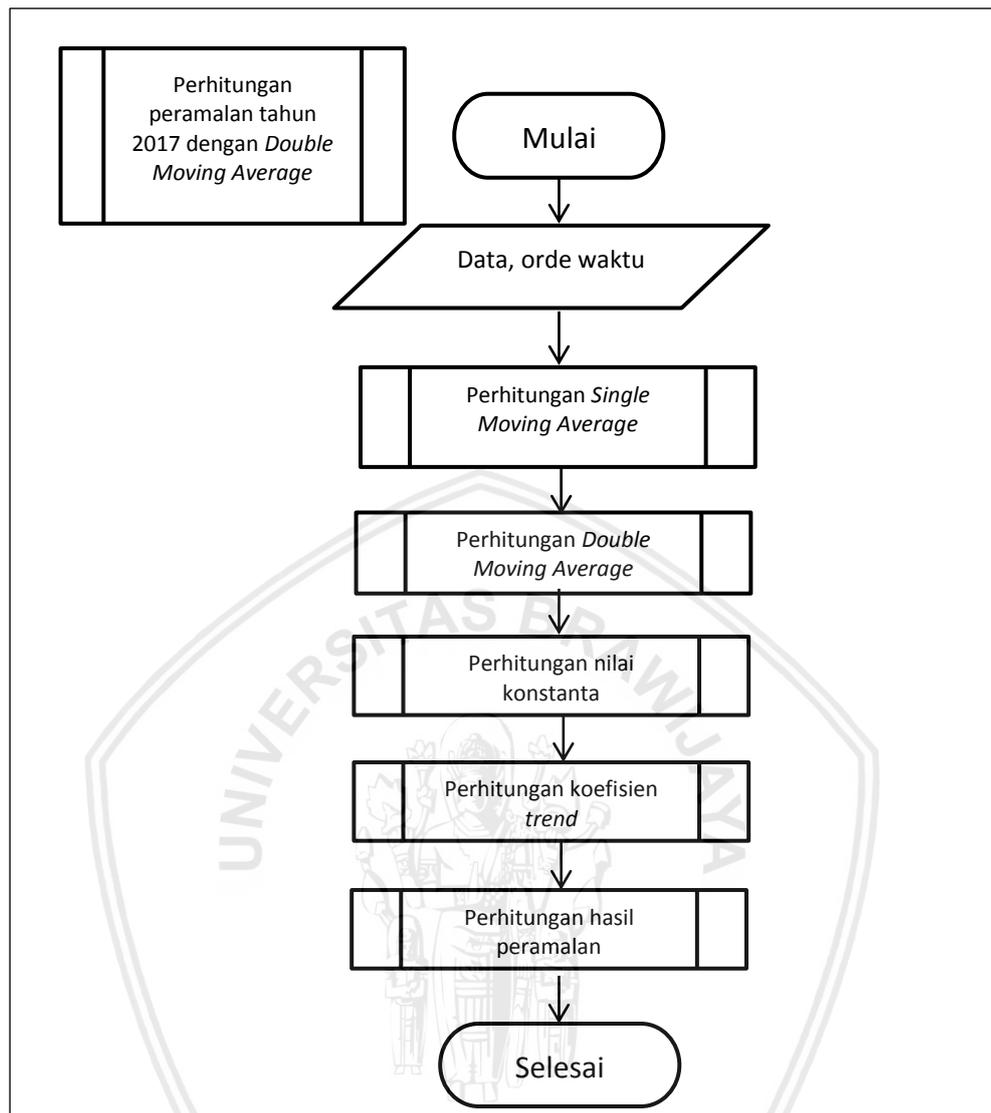
4.1 Formulasi Permasalahan

Berdasarkan latar belakang dan studi pustaka yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka ditetapkan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* dapat dijadikan metode untuk menyelesaikan peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai. Berdasarkan strategi dan perancangan pada Bab 3, maka diperlukan data berupa jumlah kedatangan pada tahun 2008-2016 untuk menyelesaikan permasalahan peramalan. Data yang digunakan adalah data perbulan dari bulan Januari 2008 hingga Desember 2017. Pada permasalahan ini akan dilakukan peramalan untuk tahun 2017. Data tersebut diproses menggunakan dua metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* untuk mendapatkan hasil peramalan. Hasil peramalan tersebut akan dibandingkan dengan data aktual yang dimiliki untuk mendapatkan nilai akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil akurasi dari tiap metode akan dibandingkan dengan mencari nilai MAPE yang lebih kecil. Metode dengan nilai MAPE yang lebih kecil adalah metode yang lebih baik.

4.2 Penyelesaian perhitungan peramalan tahun 2017 dengan metode *Double Moving Average*

Penyelesaian perhitungan untuk nilai hasil peramalan dengan metode *Double Moving Average* dimulai dengan memasukan data yang digunakan sebagai *training*. Dalam memroses perhitungan dengan metode *Double Moving Average* dibutuhkan pula juga masukan berupa nilai orde yang nantinya dalam perhitungan digunakan sebagai nilai kelipatan dalam menghitung rata-rata. Pemrosesan pertama dengan mencari nilai *Single Moving Average* sebagai nilai rata-rata bergerak yang pertama, dikarenakan metode yang digunakan adalah *double* maka selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama seperti *Single Moving Average* namun tidak lagi menggunakan nilai data jumlah kunjungan aktual namun menggunakan nilai hasil *Single Moving Average*. Nilai tersebut menjadi nilai hasil perhitungan rata-rata bergerak kedua atau disebut *Double Moving Average*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai konstanta dan juga koefisien *trend*. Setelah didapatkan nilainya maka hasil perhitungan nilai konstanta dan koefisien *trend* maka dijumlahkan untuk menghasilkan nilai peramalan. Hasil yang didapatkan adalah hasil peramalan yang pada proses perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) akan digunakan untuk menghitung nilai akurasi.

Penyelesaian perhitungan peramalan dengan *Double Moving Average* ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



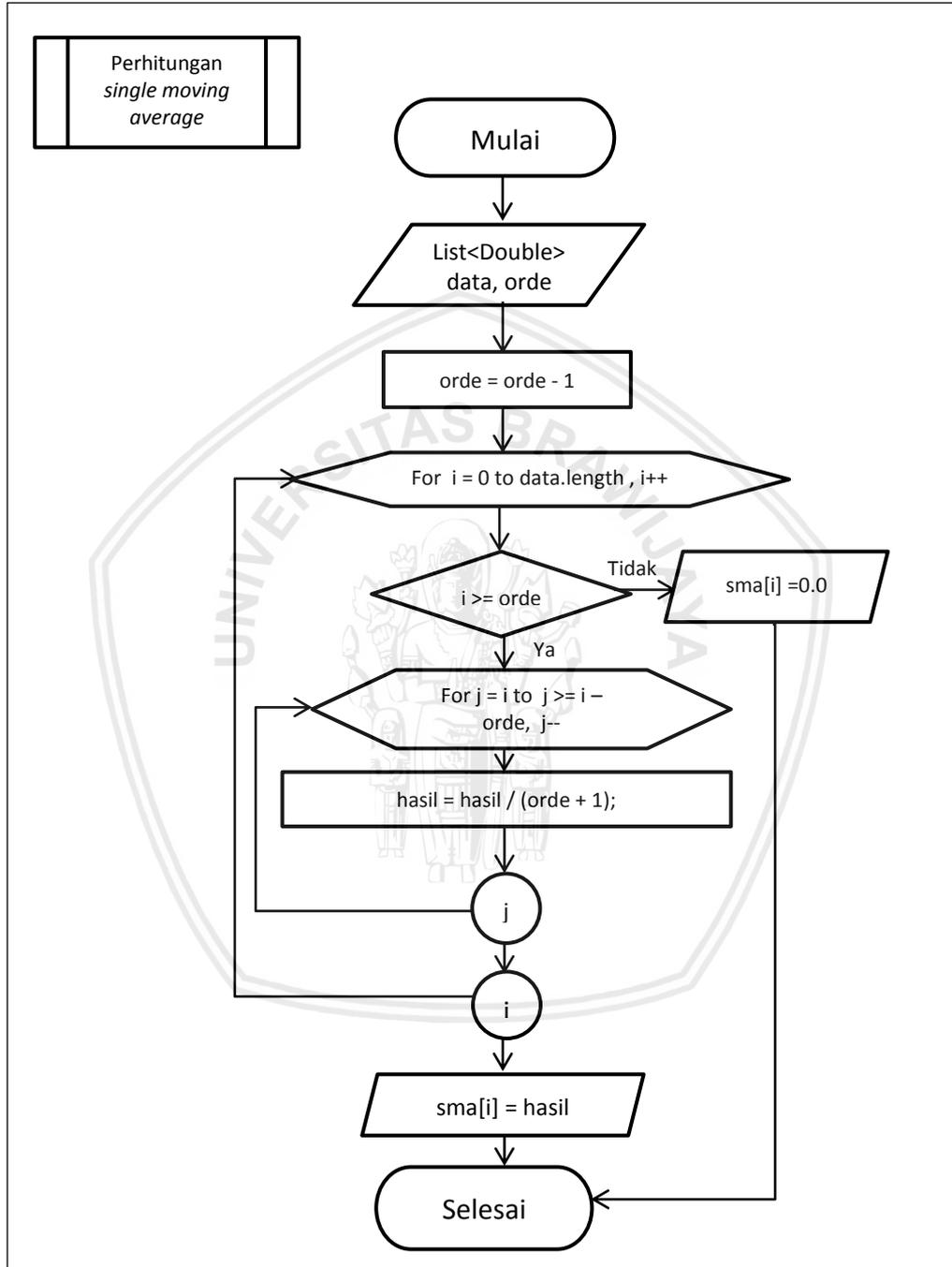
Gambar 4.1 Diagram Alir Peramalan dengan metode *Double Moving Average*

Tahap-tahap dalam penyelesaian peramalan menggunakan metode *Double Moving Average* adalah sebagai berikut:

1. Masukan data berekstensi .csv beserta nilai orde waktu untuk perhitungan peramalan. Orde waktu adalah bilangan cacah.
2. Proses perhitungan *Single Moving Average* untuk menghitung rata-rata bergerak pertama berdasarkan orde waktu yang dimasukkan.
3. Proses perhitungan *Double Moving Average* untuk menghitung rata-rata bergerak kedua berdasarkan orde waktu yang dimasukkan.
4. Proses perhitungan nilai konstanta.
5. Proses perhitungan koefisien *trend*.
6. Proses perhitungan hasil peramalan.

4.2.1 Proses Perhitungan *Single Moving Average*

Penyelesaian perhitungan hasil peramalan *Single Moving Average* ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



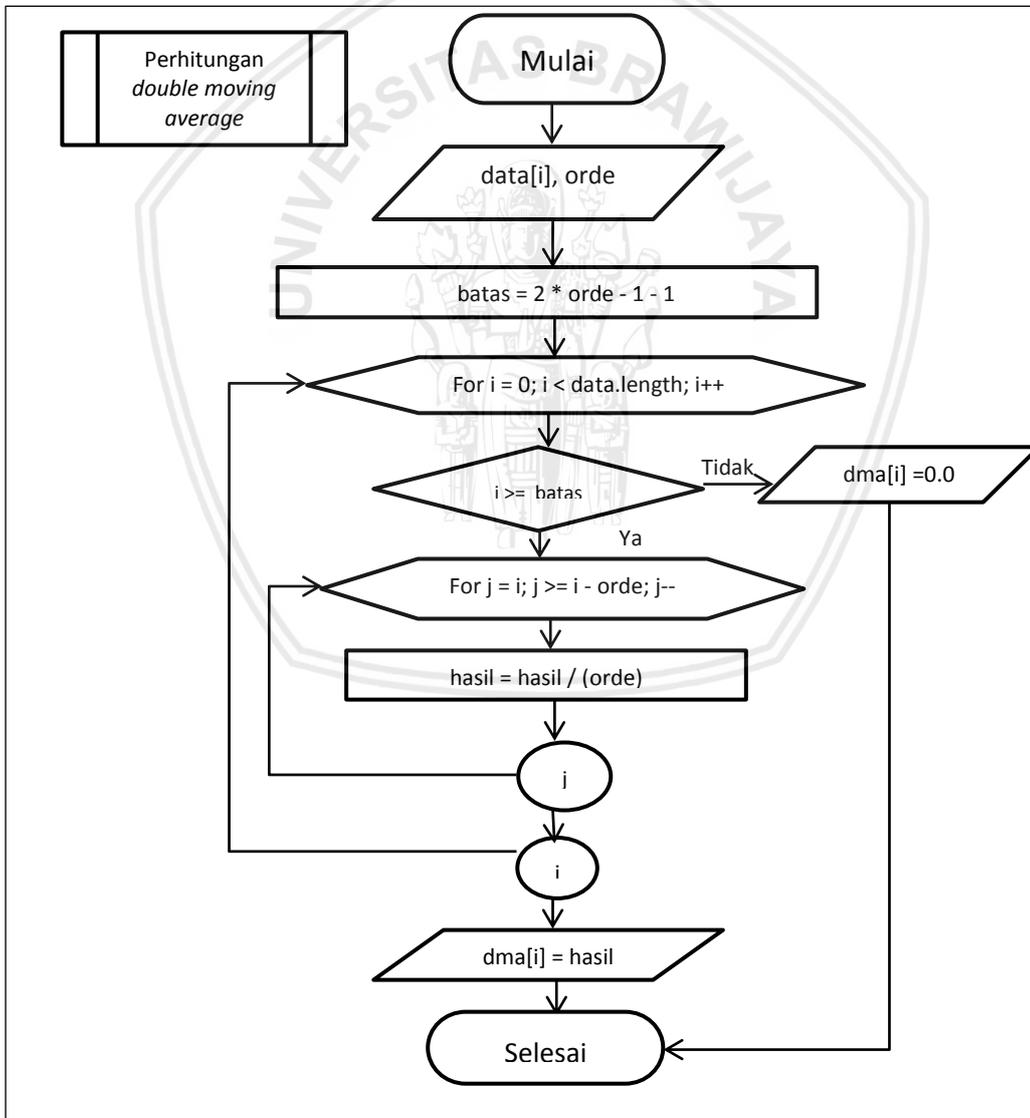
Gambar 4.2 Diagram Alir Perhitungan *Single Moving Average*

Tahap-tahap *single moving average* adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah data dan orde waktu.
2. Proses perulangan pertama yang didalamnya melakukan proses kondisional untuk data kurang dari orde waktu yang dimasukan, jika ya akan langsung diberikan hasil 0, jika tidak akan lanjut untuk proses perulangan kedua.
3. Proses perulangan kedua yang didalamnya melakukan proses perhitungan hasil *Single Moving Average* dengan membagi hasil penjumlahan data dibagi orde yang dimasukan.

4.2.2 Proses Perhitungan *Double Moving Average*

Gambar 4.3 menunjukan proses perhitungan *Double Moving Average*.



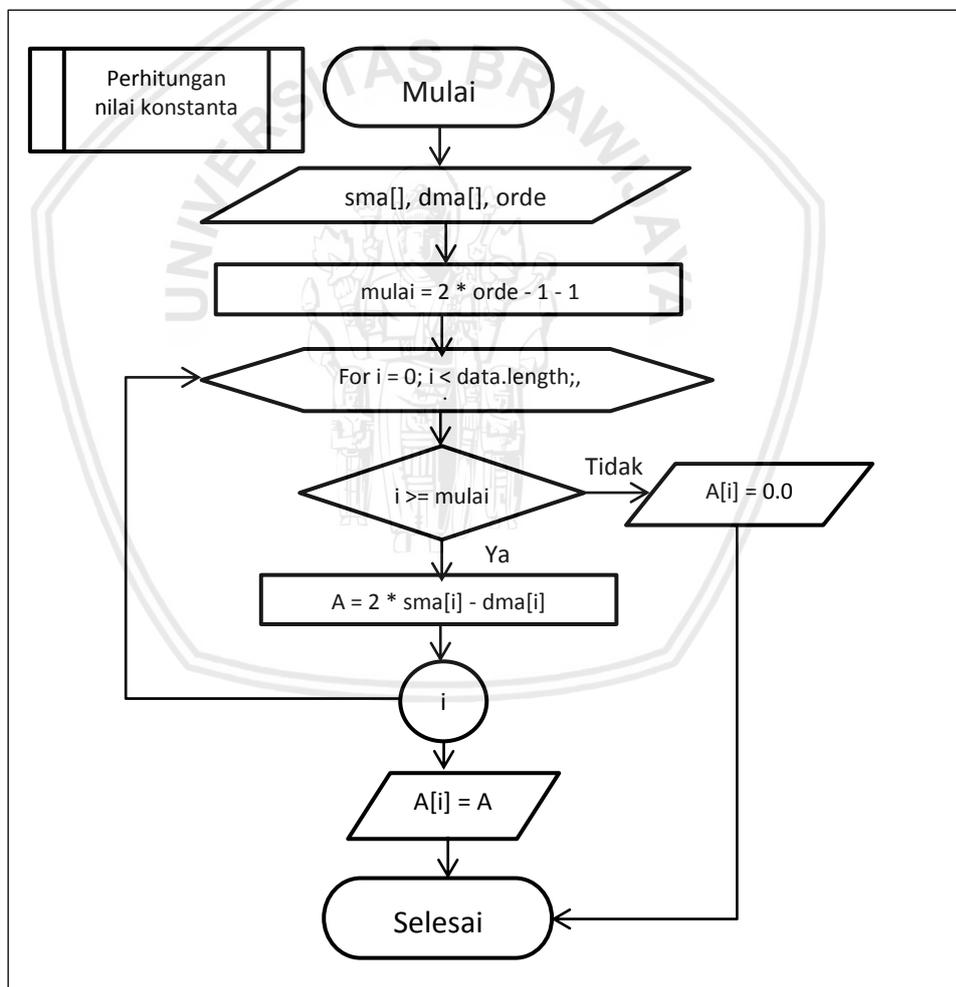
Gambar 4.3 Diagram Alir Perhitungan *Double Moving Average*

Tahap-tahap *double moving average* adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah data dan orde waktu.
2. Proses perulangan pertama yang didalamnya melakukan proses kondisional untuk data kurang dari orde waktu yang dimasukan, jika ya akan langsung diberikan hasil 0, jika tidak akan lanjut untuk proses perulangan kedua.
3. Proses perulangan kedua yang didalamnya melakukan proses perhitungan hasil *Double Moving Average* dengan membagi hasil penjumlahan data dibagi orde yang dimasukan.

4.2.3 Perhitungan nilai konstanta

Penyelesaian perhitungan hasil peramalan nilai konstanta ditunjukan dalam Gambar 4.4.



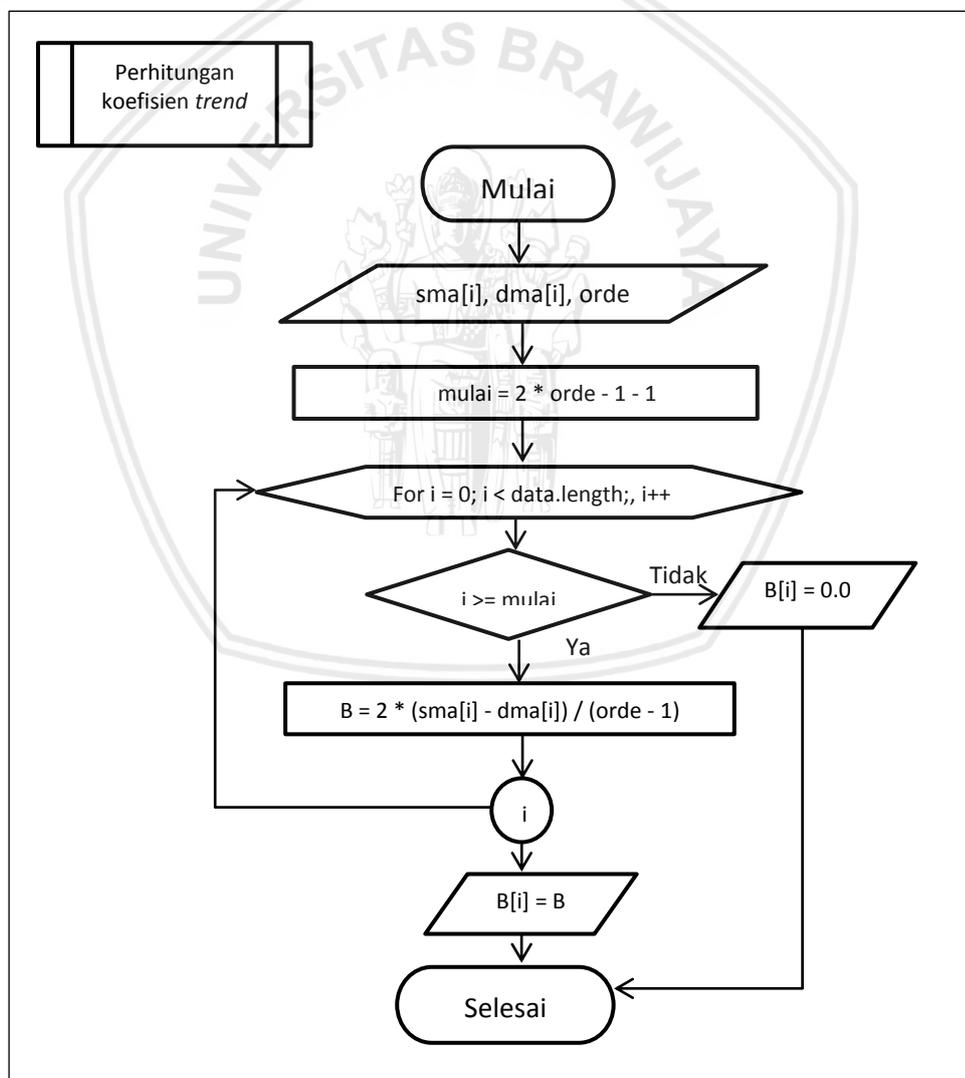
Gambar 4.4 Diagram Alir Perhitungan Nilai Konstanta

Tahap-tahap nilai konstanta adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap *Single Moving Average*, *Double Moving Average* dan juga masukan orde waktu.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan proses kondisional untuk data kurang dari data terisi untuk *Single Moving Average* dan *Double Moving Average*, jika iya akan langsung diberikan hasil 0, jika tidak akan lanjut untuk proses perhitungan konstanta dengan mengalikan nilai *Single Moving Average* dan *Double Moving Average* lalu dikalikan dua.

4.2.4 Perhitungan Koefisien *Trend*

Penyelesaian perhitungan nilai koefisien *trend* dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



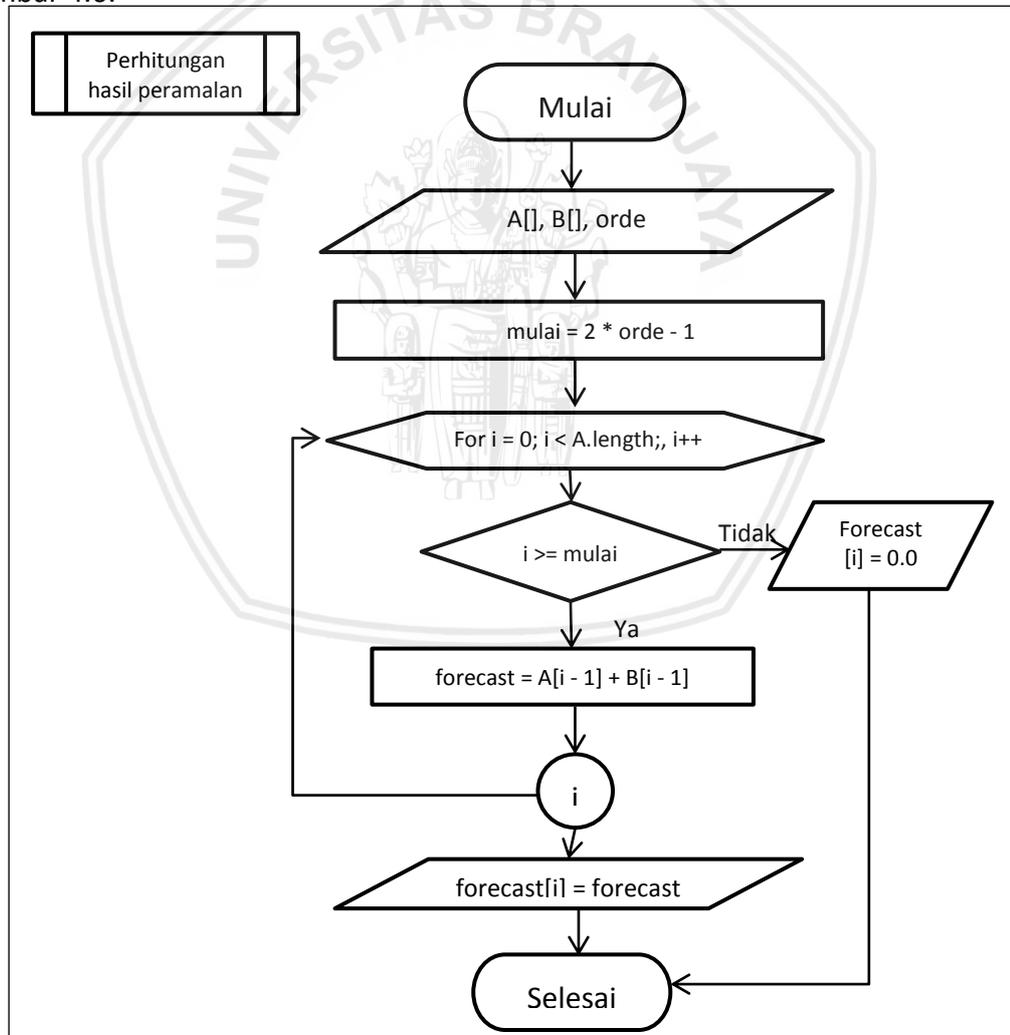
Gambar 4.5 Diagram Alir Perhitungan Koefisien *Trend*

Tahap-tahap perhitungan koefisien *trend* adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap *Single Moving Average*, *Double Moving Average* dan juga masukan orde waktu.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan proses kondisional untuk data kurang dari data terisi untuk *Single Moving Average* dan *Double Moving Average*, jika iya akan langsung diberikan hasil 0, jika tidak akan lanjut untuk proses perhitungan koefisien *trend* dengan mengalikan dua hasil pengurangan antara nilai *Single Moving Average* dan *Double Moving Average* lalu dibagi orde dikurangi satu.

4.2.5 Perhitungan Hasil Peramalan

Penyelesaian perhitungan nilai hasil peramalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Diagram Alir Perhitungan Hasil Peramalan

Tahap-tahap perhitungan hasil peramalan adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap nilai konstanta, koefisien *trend* dan orde waktu.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan proses kondisional untuk data kurang dari data terisi untuk nilai konstanta dan koefisien *trend*, jika ya akan langsung diberikan hasil 0, jika tidak akan lanjut untuk proses perhitungan hasil peramalan dengan menjumlahkan nilai konstanta dan koefisien *trend*.

4.3 Penyelesaian perhitungan peramalan tahun 2017 dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

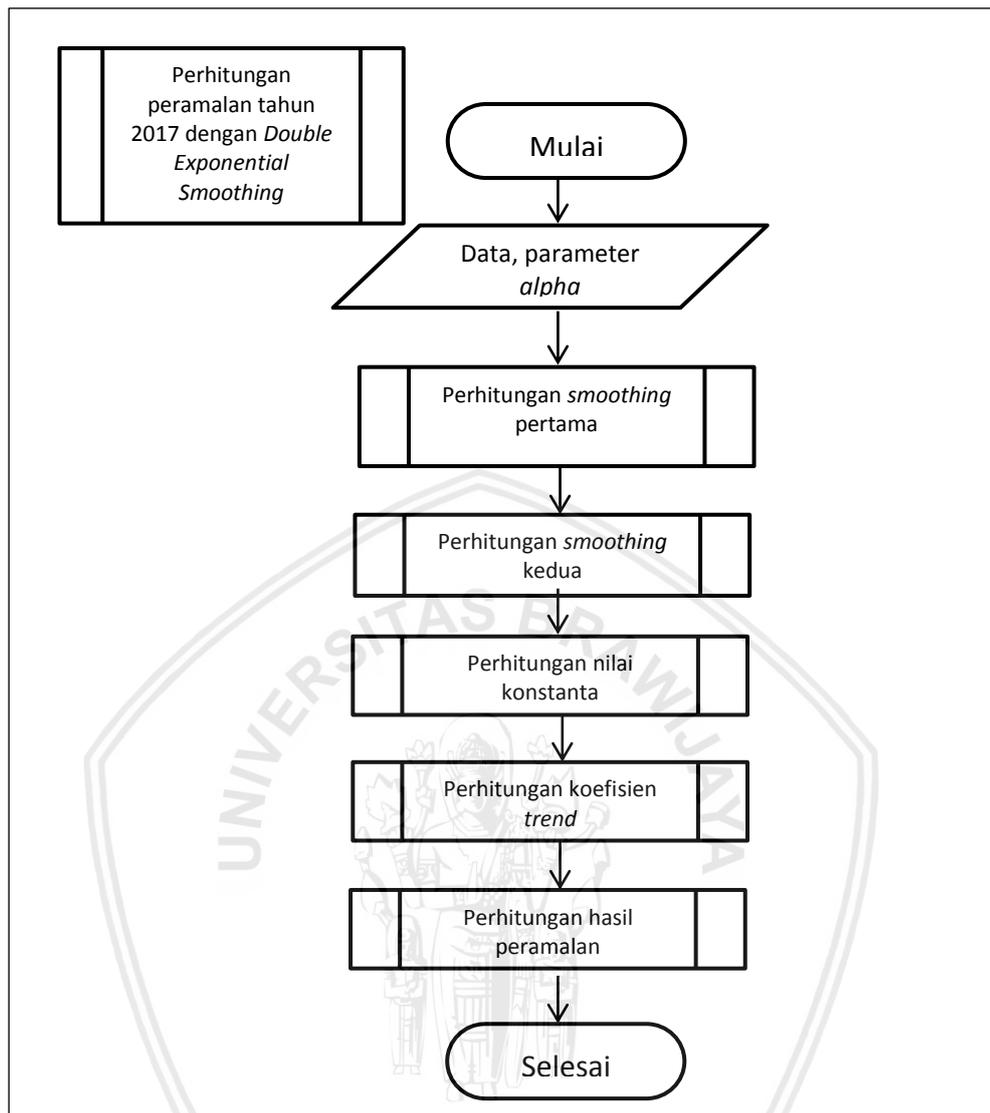
Double Exponential Smoothing dimulai dengan memasukan data yang digunakan sebagai *training*. Dalam memproses perhitungan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dibutuhkan pula juga masukan berupa nilai parameter α . Pemrosesan pertama dengan mencari nilai *Single Exponential Smoothing* sebagai nilai pemulusan yang pertama, dikarenakan metode yang digunakan adalah *double* maka selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama seperti *Single Exponential Smoothing* namun tidak lagi menggunakan nilai data jumlah kunjungan aktual namun menggunakan nilai hasil *Single Exponential Smoothing*. Nilai tersebut menjadi nilai hasil perhitungan pemulusan kedua atau disebut *Double Exponential Smoothing*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai konstanta dan juga koefisien *trend*. Setelah didapatkan nilainya maka hasil perhitungan nilai konstanta dan koefisien *trend* maka dijumlahkan untuk menghasilkan nilai peramalan.

Hasil yang didapatkan adalah hasil peramalan yang pada proses perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) akan digunakan untuk menghitung nilai akurasi.

Tahap-tahap dalam penyelesaian peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* adalah sebagai berikut.

1. Masukan data berekstensi .csv beserta nilai orde waktu untuk perhitungan peramalan. Orde waktu adalah bilangan cacah.
2. Proses perhitungan *smoothing* pertama.
3. Proses perhitungan *smoothing* kedua.
4. Proses perhitungan nilai konstanta.
5. Proses perhitungan koefisien *trend*.
6. Proses perhitungan hasil peramalan.

Peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dapat ditunjukkan dengan Gambar 4.7.



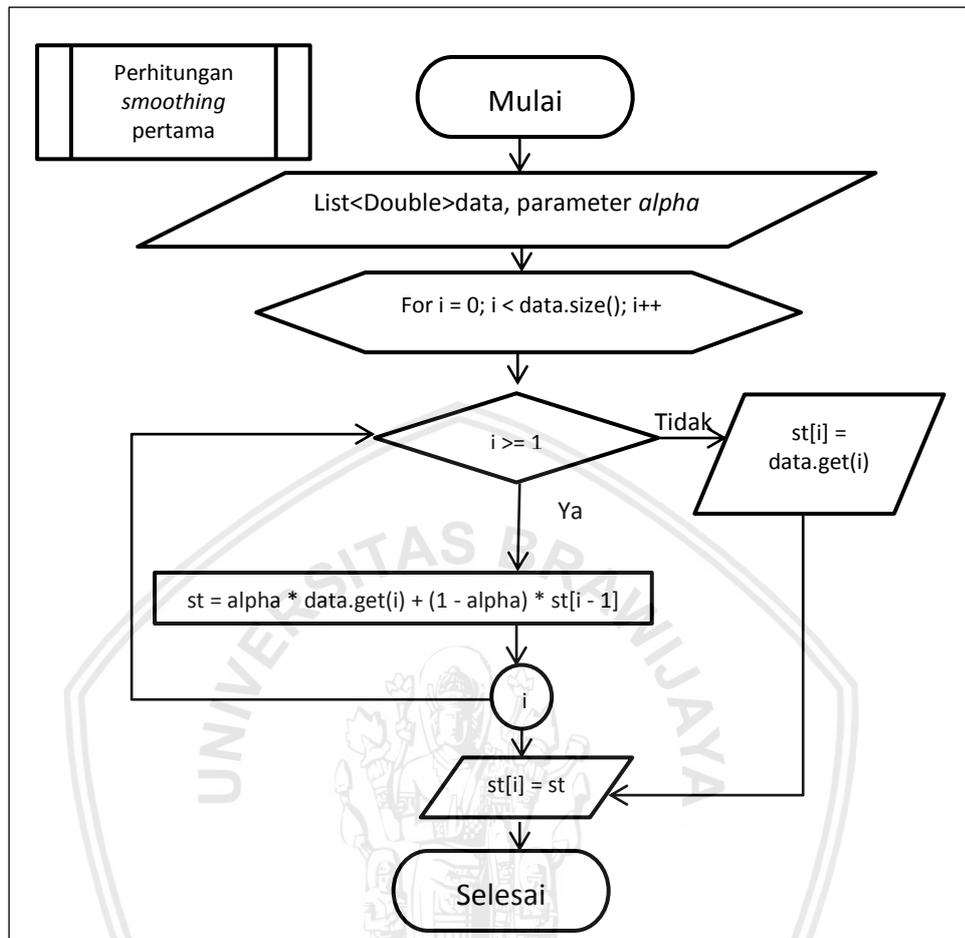
Gambar 4.7 Diagram Alir Peramalan *Double Exponential Smoothing*

4.3.1 Proses Perhitungan *Smoothing* Pertama

Tahap-tahap perhitungan *smoothing* pertama adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap data dan parameter α .
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan proses kondisional untuk data pertama diberi nilai data itu sendiri dan jika data ke lebih dari satu maka lanjut untuk proses perhitungan *smoothing* dengan mengalikan parameter α dengan data dan menjumlahkan dengan hasil kali parameter α dikurangi satu dengan nilai hasil *smoothing* data sebelumnya.

Penyelesaian perhitungan *smoothing* pertama dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



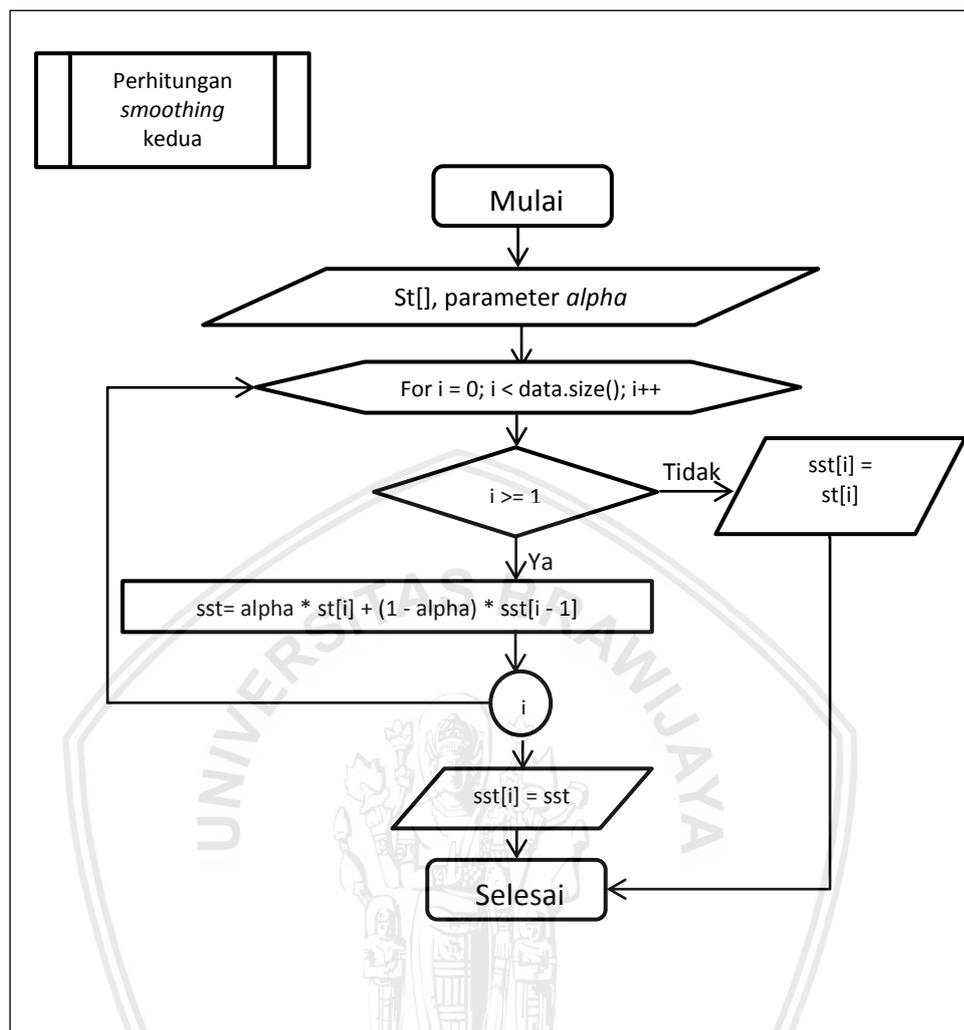
Gambar 4.8 Diagram Alir Perhitungan *Smoothing* Pertama

4.3.2 Proses Perhitungan *Smoothing* Kedua

Tahap-tahap perhitungan *smoothing* kedua adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap *smoothing* pertama dan parameter *alpha*.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan proses kondisional untuk data pertama diberi nilai hasil *smoothing* pertama dan jika data ke lebih dari satu maka lanjut untuk proses perhitungan *smoothing* dengan mengalikan parameter *alpha* dengan *smoothing* pertama dan menjumlahkan dengan hasil kali parameter *alpha* dikurangi satu dengan nilai hasil *smoothing* kedua data sebelumnya.

Penyelesaian perhitungan *smoothing* kedua dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



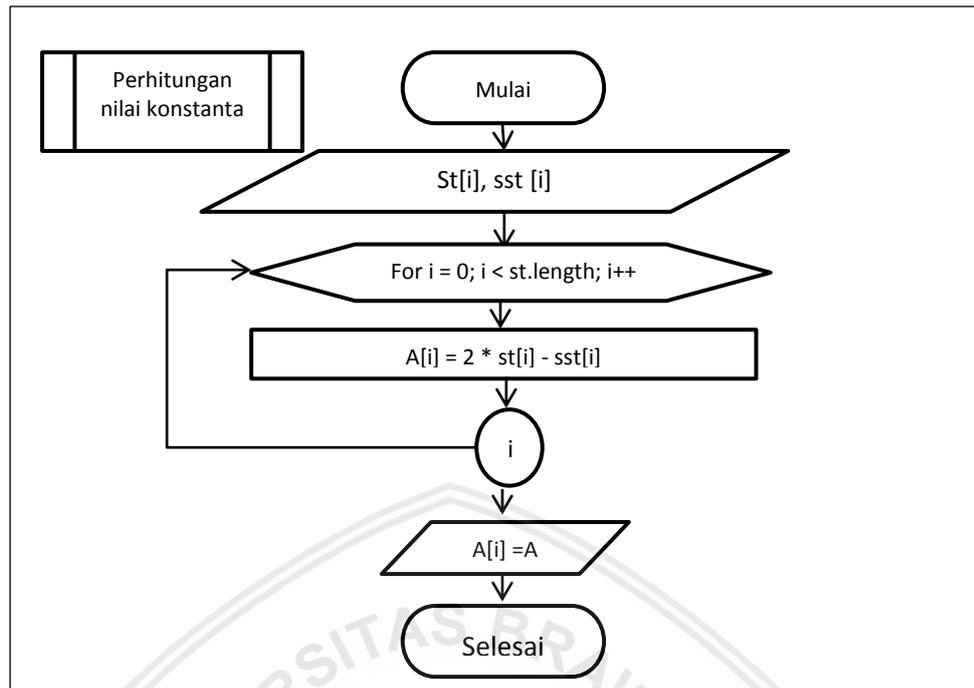
Gambar 4.9 Diagram Alir Perhitungan *Smoothing* Kedua

4.3.3 Proses Perhitungan Nilai Konstanta

Tahap-tahap perhitungan nilai konstanta adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap *smoothing* pertama dan parameter *alpha*.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan perhitungan nilai konstanta dengan mengurangi dua kali nilai *smoothing* pertama dengan *smoothing* kedua.

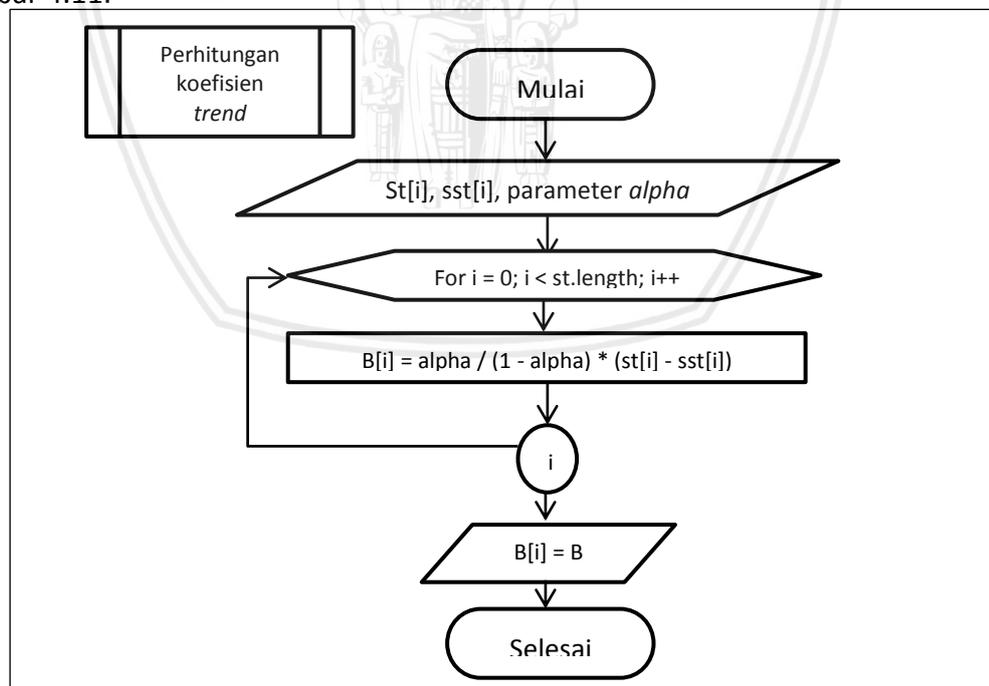
Penyelesaian perhitungan nilai konstanta dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Diagram Alir Perhitungan Nilai Konstanta

4.3.4 Proses Perhitungan Koefisien *Trend*

Penyelesaian perhitungan koefisien *trend* dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Diagram Alir Perhitungan Koefisien *Trend*

Tahap-tahap perhitungan koefisien *trend* adalah seperti berikut ini.

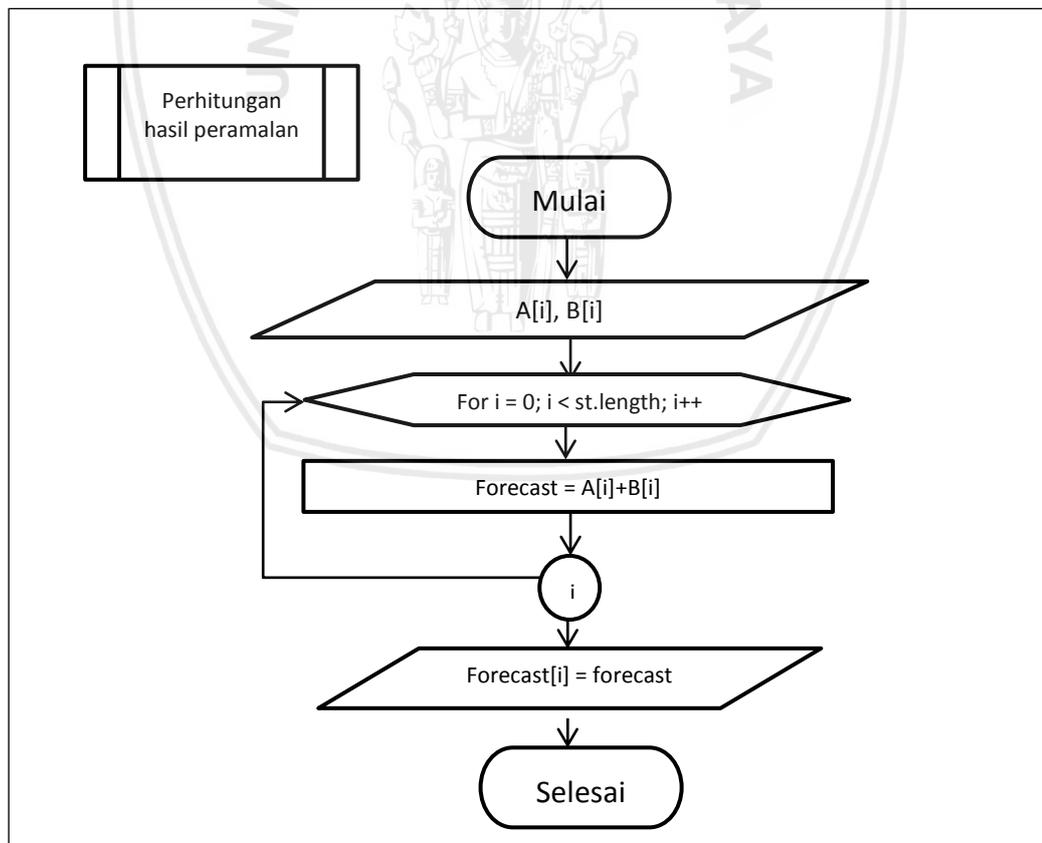
1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap *smoothing* pertama, *smoothing* kedua dan parameter *alpha*.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan perhitungan nilai konstanta dengan membagi nilai *alpha* dengan hasil perkalian satu dikurangi *alpha* dengan hasil pengurangan *smoothing* pertama dan *smoothing* kedua .

4.3.5 Proses Perhitungan Hasil Peramalan

Tahap-tahap perhitungan hasil peramalan adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap nilai konstanta dan koefisien *trend*.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan perhitungan hasil peramalan dengan menjumlahkan nilai konstanta dan koefisien *trend*.

Penyelesaian perhitungan hasil peramalan dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Diagram Alir Perhitungan Hasil Peramalan

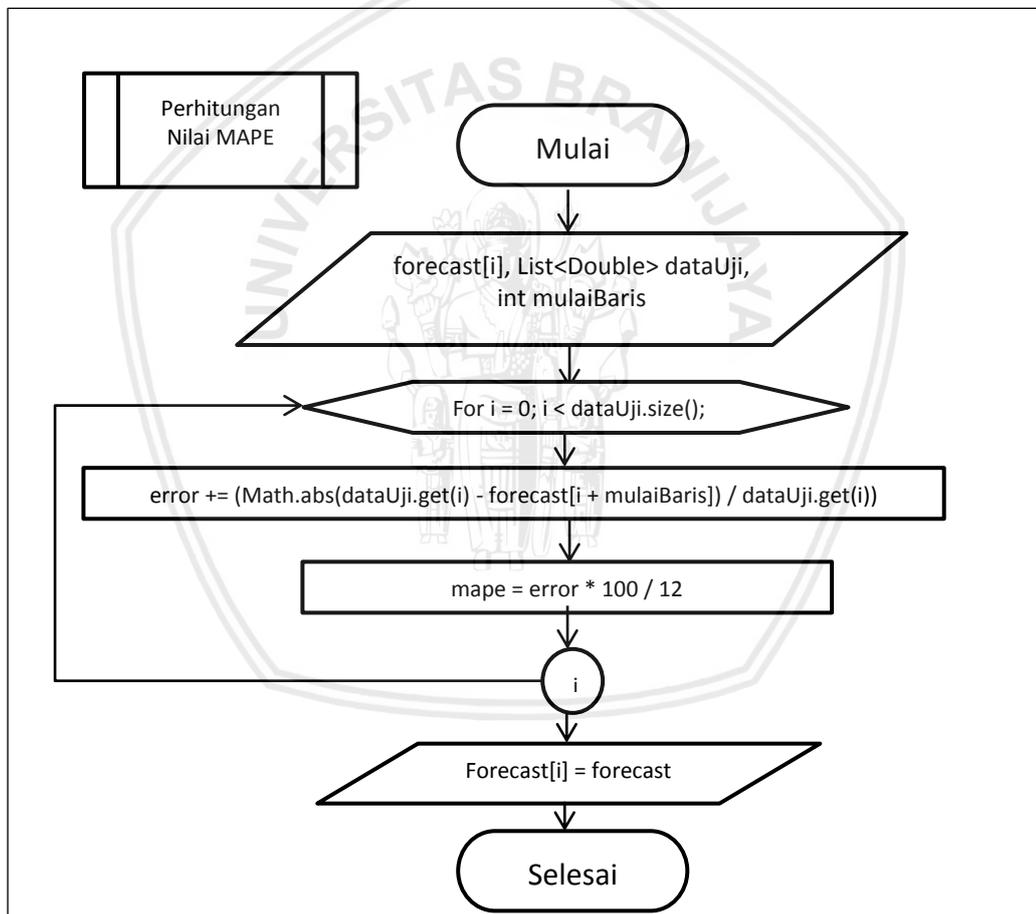


4.4 Penyelesaian Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Tahap-tahap perhitungan MAPE adalah seperti berikut ini.

1. Masukan yang diperlukan adalah nilai hasil perhitungan pada tahap hasil peramalan dan data uji.
2. Proses perulangan yang didalamnya melakukan jumlah error dengan membagi nilai mutlak hasil penjumlahan hasil data uji nilai forecast data uji dengan data uji.
3. Proses menghitung mape dengan mengalikan hasil error dengan 100 dibagi 12, pembagian dengan 12 menunjukkan jumlah data uji yaitu jumlah bulan dalam 1 tahun.

Penyelesaian perhitungan MAPE dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Diagram Alir Perhitungan MAPE

4.5 Contoh Perhitungan Manualisasi

Perhitungan manualisasi dilakukan untuk menjelaskan secara manual proses tahapan implementasi pada metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* pada peramalan jumlah kedatangan wisatawan

mancanegara di bandara Ngurah Rai. Data yang digunakan berjumlah 120 yaitu data perbulan dari bulan Januari 2008 hingga Desember 2017 yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Jumlah Kedatangan Mancanegara

Bulan Tahun	Jumlah
Januari 2008	147319
Februari 2008	159681
Maret 2008	159886
April 2008	154777
Mei 2008	167342
Juni 2008	178258
Juli 2008	190662
Agustus 2008	195758
September 2008	189247
Oktober 2008	189142
November 2008	172813
Desember 2008	176901
Januari 2009	173919
Februari 2009	146192
Maret 2009	168036
April 2009	188189
Mei 2009	190697
Juni 2009	200503
Juli 2009	235042
Agustus 2009	232164
September 2009	218245
Oktober 2009	225606
November 2009	184622
Desember 2009	221604

4.5.1 Perhitungan Manualisasi *Double Moving Average*

Perhitungan manualisasi dari metode *Double Moving Average* adalah sebagai berikut.

1. Inisialisasi Orde Waktu

Orde waktu pada metode *Double Moving Average* digunakan untuk menentukan berapa data untuk memulai perhitungan. Dalam contoh manualisasi perhitungan ini digunakan orde waktu 4.

2. Perhitungan Rata-rata Pertama

Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung nilai data dari orde waktu yang telah ditentukan. Perhitungan dilakukan dengan menjumlah 4 data nilai jumlah kunjungan dibagi orde waktu yaitu 4.

$$S' = \frac{147319 + 159681 + 159886 + 154777}{4} = 155415,75$$

3. Perhitungan Rata-rata Kedua

Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata dari hasil perhitungan rata-rata bergerak pertama dari orde waktu yang telah ditentukan. Perhitungan dilakukan sama seperti sebelumnya yaitu dengan menjumlah 4 data nilai rata-rata bergerak pertama dibagi orde waktu yaitu 4.

$$S'' = \frac{155415,8 + 160421,5 + 165065,8 + 172759,8}{4} = 163415,7$$

4. Perhitungan Konstanta

Perhitungan konstanta dilakukan dengan mengalikan tiap nilai hasil rata-rata bergerak pertama lalu dikurangi nilai rata-rata bergerak kedua.

$$a_t = 2(155415,75) - 163415,7 = 182103,8125$$

5. Perhitungan Koefisien Trend

Berikut adalah contoh perhitungan koefisien *trend*.

$$b_t = \frac{2}{4-1} (155415,75 - 163415,7) = 6229,375$$

6. Perhitungan Hasil Peramalan

Menghitung nilai hasil peramalan dengan p adalah 1 dilakukan untuk t+p yang artinya hasil peramalan adalah hasil peramalan sebulan setelahnya.

$$f_{t+p} = Y_{t+p} = 182103,8125 + (6229,375)1 = 188333,1875$$

Hasil perhitungan peramalan jumlah kedatangan menggunakan metode *Double Moving Average* untuk tahun 2008-2009 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Peramalan Double Moving Average

Bulan Tahun	Jumlah	MA (4)	DMA(4)	a_t	b_t	Peramalan
Januari 2008	147319					
Februari 2008	159681					
Maret 2008	159886					
April 2008	154777	155415,8				
Mei 2008	167342	160421,5				
Juni 2008	178258	165065,8				

Juli 2008	190662	172759,8	163415,7	182103,8	6229,375	
Agustus 2008	195758	183005	170313	195697	8461,333	188333,2
September 2008	189247	188481,3	177327,9	199634,6	7435,542	204158,3
Oktober 2008	189142	191202,3	183862,1	198542,4	4893,458	207070,1
November 2008	172813	186740	187357,1	186122,9	-411,417	203435,9
Desember 2008	176901	182025,8	187112,3	176939,2	-3391,04	185711,5
Januari 2009	173919	178193,8	184540,4	171847,1	-4231,13	173548,1
Februari 2009	146192	167456,3	178603,9	156308,6	-7431,79	167615,9
Maret 2009	168036	166262	173484,4	159039,6	-4814,96	148876,8
April 2009	188189	169084	170249	167919	-776,667	154224,6
Mei 2009	190697	173278,5	169020,2	177536,8	2838,875	167142,3
Juni 2009	200503	186856,3	173870,2	199842,3	8657,375	180375,7
Juli 2009	235042	203607,8	183206,6	224008,9	13600,75	208499,7
Agustus 2009	232164	214601,5	194586	234617	13343,67	237609,6
September 2009	218245	221488,5	206638,5	236338,5	9900	247960,7
Oktober 2009	225606	227764,3	216865,5	238663	7265,833	246238,5
November 2009	184622	215159,3	219753,4	210565,1	-3062,75	245928,8
Desember 2009	221604	212519,3	219232,8	205805,7	-4475,71	207502,4

4.5.2 Perhitungan Manualisasi Double Exponential Smoothing

Perhitungan manualisasi dari metode *Double Exponential Smoothing* adalah sebagai berikut.

1. Inisialisasi Parameter α (alpha)

Parameter pada metode *Double Exponential Smoothing* yang digunakan dalam perhitungan adalah parameter α . Inisialisasi pada contoh perhitungan manualisasi ini adalah 0,1.

2. Perhitungan Persamaan *Smoothing* Pertama

Perhitungan *smoothing* pertama dapat dilakukan dengan nilai parameter $\alpha = 0,1$, perhitungan sebagai berikut.

$$S'_t = 0,1 (159681) + (1 - 0,1)147319 = 148555,2$$

3. Perhitungan Persamaan *Smoothing* Kedua

Perhitungan *smoothing* kedua dapat dilakukan dengan nilai parameter $\alpha = 0,1$, perhitungan sebagai berikut.

$$S''_t = 0,1 (148555,2) + (1 - 0,1)147319 = 147442,62$$

4. Perhitungan Konstanta

Perhitungan konstanta dilakukan dengan mengalikan tiap nilai hasil *smoothing* pertama lalu dikurangi nilai *smoothing* kedua.

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2(148555,2) - 147442,62 = 149667,78$$

5. Perhitungan Koefisien *Trend*

Berikut adalah contoh perhitungan koefisien *trend*.

$$b_t = \frac{0,1}{1 - 0,1} (148555,2 - 147442,62) = 123,62$$

6. Perhitungan Hasil Peramalan

Menghitung nilai hasil peramalan dengan p adalah 1 dilakukan untuk t+p yang artinya hasil peramalan adalah hasil peramalan sebulan setelahnya.

$$f_{t+p} = Y_{t+p} = 149667,78 + (123,62)1 = 149791,4$$

Hasil perhitungan peramalan jumlah kedatangan menggunakan metode *Double Moving Average* untuk tahun 2008-2009 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Peramalan Double Exponential Smoothing

Bulan Tahun	Jumlah	S't	S''t	a_t	b_t	Peramalan
Januari 2008	147319	147319	147319	147319	0,0	147319
Februari 2008	159681	147319	147319	147319	0,0	147319
Maret 2008	159886	148555,2	147442,6	149667,8	123,6	149791,4
April 2008	154777	149688,3	147667,2	151709,4	224,6	151933,9
Mei 2008	167342	150197,2	147920,2	152474,1	253,0	152727,1
Juni 2008	178258	151911,6	148319,3	155503,9	399,1	155903,1
Juli 2008	190662	154546,3	148942	160150,5	622,7	160773,2
Agustus 2008	195758	158157,8	149863,6	166452,1	921,6	167373,7
September 2008	189247	161917,9	151069	172766,7	1205,4	173972,1
Oktober 2008	189142	164650,8	152427,2	176874,3	1358,2	178232,5
November 2008	172813	167099,9	153894,5	180305,3	1467,3	181772,6
Desember 2008	176901	167671,2	155272,1	180070,3	1377,7	181447,9
Januari 2009	173919	168594,2	156604,4	180584	1332,2	181916,2
Februari 2009	146192	169126,7	157856,6	180396,8	1252,2	181649
Maret 2009	168036	166833,2	158754,2	174912,2	897,7	175809,8
April 2009	188189	166953,5	159574,2	174332,8	819,9	175152,7
Mei 2009	190697	169077	160524,5	177629,6	950,3	178579,9

Juni 2009	200503	171239	161595,9	180882,1	1071,5	181953,6
Juli 2009	235042	174165,4	162852,9	185478	1257,0	186734,9
Agustus 2009	232164	180253,1	164592,9	195913,3	1740,0	197653,3
September 2009	218245	185444,2	166678	204210,3	2085,1	206295,5
Oktober 2009	225606	188724,3	168882,6	208565,9	2204,6	210770,5
November 2009	184622	192412,4	171235,6	213589,2	2353,0	215942,2
Desember 2009	221604	191633,4	173275,4	209991,4	2039,8	212031,2

4.5.3 Perhitungan MAPE

Berikut merupakan perhitungan MAPE untuk tahun 2017 dengan orde 4.

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=0}^n \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i} \right|$$

$$MAPE = \frac{100}{12} \left(\frac{ABS(408781,1 - 452106)}{408781,1} + \frac{(421438,52 - 446976)}{421438,52} + \dots \right) = 16,14918763$$

Hasil untuk nilai MAPE pada tahun 2017 dengan menggunakan nilai orde waktu 4 adalah 16,15, berdasarkan nilai MAPE disimpulkan bahwa dengan orde 4 maka berkriteria baik.

4.6 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka adalah proses merancang antarmuka untuk pengguna terhadap sistem. Antarmuka untuk sistem ini terdiri dari 1 halaman dengan 3 buah *tab*. Sistem membutuhkan input orde waktu untuk peramalan dengan metode *Double Moving Average* dan nilai parameter *alpha* untuk perhitungan peramalan *Double Exponential Smoothing* pada halaman pertama. Sistem dapat menghitung untuk tahun peramalan yang dipilih. Bentuk perancangan antarmuka perhitungan digambar sebagaimana Gambar 4.13, Gambar 4.14 dan Gambar 4.15.

4.6.1 Perancangan *Tab* Data Latih

Tab ini adalah *tab* yang menampilkan tabel dan gambar. Tabel dalam *tab* ini memberikan informasi mengenai bulan-tahun yang diramalkan dan juga data kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai sebagai data latih.

Berikut Gambar 4.13 perancangan untuk halaman sistem dengan *tab* Data Latih.

**Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara
di Bandar Udara Ngurah Rai**

Tahun Peramalan

Double Moving Average Double Exponential Smoothing

Orde Waktu (bil.cacah) Parameter alpha [0-1]

Data Latih	Perhitungan Training	Hasil
Tabel Data Latih		Grafik Data

Gambar 4.13 Perancangan Tab Data Latih

4.6.2 Perancangan Tab Perhitungan Training

Berikut Gambar 4.14 perancangan untuk halaman sistem dengan tab Perhitungan Training.

**Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara
di Bandar Udara Ngurah Rai**

Tahun Peramalan

Double Moving Average Double Exponential Smoothing

Orde Waktu (bil.cacah) Parameter alpha [0-1]

Data Latih	Perhitungan Training	Hasil
	<p>Double Moving Average</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Tabel Perhitungan <i>Double Moving Average</i></div> <p>Double Exponential Smoothing</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Tabel Perhitungan <i>Double Exponential Smoothing</i></div>	

Gambar 4.14 Perancangan Tab Perhitungan Training

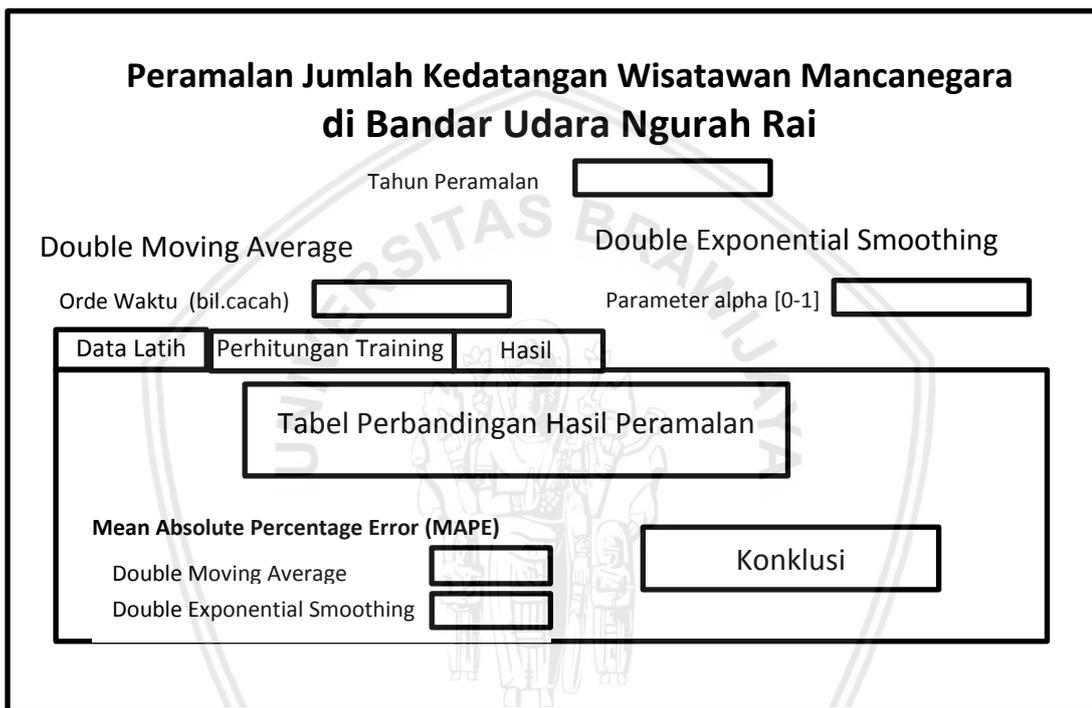


Tab ini adalah tab yang menampilkan 2 buah tabel. Tabel dalam *tab* ini memberikan informasi mengenai perhitungan dengan kedua metode yaitu metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*.

4.6.3 Perancangan *Tab* Hasil

Tab ini adalah tab yang menampilkan tabel dan gambar. Tabel dalam *tab* ini memberikan informasi mengenai perhitungan dengan kedua metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*.

Berikut Gambar 4.15 perancangan untuk halaman sistem dengan *tab* Hasil.



Gambar 4.15 Perancangan *Tab* Hasil

Tab ini adalah tab yang menampilkan tabel dan hasil MAPE. Tabel dalam *tab* ini memberikan informasi mengenai perbandingan hasil peramalan dengan kedua metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Selain itu, tab ini memberikan hasil perhitungan MAPE dan juga hasil konklusi metode terbaik

4.7 Perancangan Pengujian

Dalam tahap perancangan pengujian dilakukan untuk menguji hasil peramalan yang dihasilkan dari metode yang digunakan. Pengujian dilakukan untuk menemukan hasil terbaik berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya.

Tahap perancangan pengujian sistem digunakan untuk proses menguji akurasi dari kedua metode.

1. Pengujian nilai MAPE berdasarkan orde waktu pada metode *Double Moving Average*.
2. Pengujian nilai MAPE berdasarkan parameter *alpha* (α) pada metode *Double Exponential Smoothing*.

4.7.1 Rancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Orde Waktu pada Metode *Double Moving Average*

Perancangan pengujian orde waktu dengan rentang tertentu dilakukan untuk menentukan orde waktu terbaik yang dapat digunakan untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik. Tabel 4.3 adalah tabel yang menunjukkan perancangan dari nilai MAPE berdasarkan pengujian nilai orde waktu.

Tabel 4.3 Perancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Nilai Orde

Data	2	4	6	8	10	20	30
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

4.7.2 Rancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Parameter *Alpha* pada Metode *Double Exponential Smoothing*

Perancangan pengujian parameter *alpha* dengan rentang tertentu dilakukan untuk menentukan parameter *alpha* terbaik yang dapat digunakan untuk mendapatkan hasil peramalan terbaik. Parameter *alpha* berkisar antara 0 hingga 1. Tabel 4.4 adalah tabel yang menunjukkan perancangan dari nilai MAPE berdasarkan pengujian nilai parameter *alpha*.

Tabel 4.4 Perancangan Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Nilai *Alpha*

Data	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.7$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.9$
1							
2							
3							
4							



5							
6							
7							
8							



BAB 5 IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan berisi implementasi dari perancangan yang telah dijelaskan pada Bab 4. Implementasi akan berisi implementasi dari kode program sistem dan juga hasil implementasi untuk *user interface*.

5.1 Implementasi Kode Program

Implementasi kode program pada metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* pada peramalan jumlah kedatangan mancanegara adalah berupa sistem dengan bahasa pemrograman java.

5.1.1 Implementasi Metode *Double Moving Average*

5.1.1.1 Implementasi Proses *Single Moving Average*

Poses perhitungan nilai *Single Moving Average* dapat dilihat pada *Source Code 5.1*.

Source Code 5.1 Implementasi Proses *Single Moving Average*

```

1 public static Double[] sma(List<Double> data, Integer
2 orde) {
3     Double[] sma = new Double[data.size()];
4     orde = orde - 1;
5     for (int i = 0; i < data.size(); i++) {
6         if (i >= orde) {
7             Double hasil = 0.0;
8             for (int j = i; j >= i - orde; j--) {
9                 hasil += data.get(j);
10            }
11            hasil = hasil / (orde + 1);
12            System.out.println("sma= " + hasil);
13            sma[i] = hasil;
14        } else
15        {
16            System.out.println("sma= 0");
17            sma[i] = 0.0;
18        }
19    }
20    return sma;
21 }

```

Penjelasan dari *Source Code 5.1* adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi *method* dengan parameter List data dan Integer orde.
- 2 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 3 = Inisialisasi orde untuk perhitungan.
- 4 = Membuat perulangan untuk mengambil nilai jumlah array data latih.
- 5-16 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai *Single Moving Average*.

5.1.1.2 Implementasi Proses *Double Moving Average*

Poses perhitungan nilai *Double Moving Average* dapat dilihat pada *Source Code 5.2*.

Source Code 5.2 Implementasi Proses *Double Moving Average*

```

1 public static Double[] dma(Double[] data, int orde) {
2     Double dma[] = new Double[data.length];
3     int batas = 2 * orde - 1 - 1;
4     for (int i = 0; i < data.length; i++) {
5         if (i >= batas) {
6             double hasil = 0;
7             for (int j = i; j > i - orde; j--) {
8                 hasil += data[j];
9             }
10            hasil = hasil / (orde);
11            System.out.println("dma= " + hasil);
12            dma[i] = hasil;
13        } else {
14            System.out.println("dma= 0");
15            dma[i] = 0.0;
16        }
17    }
18    return dma;
19 }

```

Penjelasan dari *Source Code 5.2* adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi *method* dengan parameter List data dan Integer orde.
- 2 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 3 = Membuat perulangan untuk mengambil nilai jumlah *array* data latih.
- 5-15 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai *Double Moving Average*.

5.1.1.3 Implementasi Proses Hitung Nilai Konsanta

Poses perhitungan nilai konstanta dapat dilihat pada *Source Code 5.3*.

Source Code 5.3 Implementasi Proses Hitung Nilai Konstanta

```

1 public static Double[] A(Double[] sma, Double[] dma,
2 int orde) {
3     Double A[] = new Double[sma.length];
4     int mulai = 2 * orde - 1 - 1;
5     for (int i = 0; i < sma.length; i++) {
6         if (i >= mulai) {
7             A[i] = 2 * sma[i] - dma[i];
8             System.out.println("A= " + A[i]);
9         } else {
10            System.out.println("A= 0");
11            A[i] = 0.0;
12        }
13    }
14    return A;
15 }

```

Penjelasan dari *Source Code* 5.3 adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi *method* dengan parameter `Double[]sma`, `Double[]dma` dan `Integer orde`.
- 2 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 3 = Inisialisasi mulai untuk batasan awal perhitungan.
- 4 = Membuat perulangan untuk mengambil nilai jumlah *array Single Moving Average*.
- 5-12 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai konstanta.

5.1.1.4 Implementasi Proses Hitung Koefisien *Trend*

Proses perhitungan nilai koefisien *trend* dapat dilihat pada *Source Code* 5.4.

Source Code 5.4 Implementasi Proses Hitung Koefisien *Trend*

```

1 public static Double[] B(Double[] sma, Double[] dma,
2   int orde) {
3     Double B[] = new Double[sma.length];
4     int mulai = 2 * orde - 1 - 1;
5     for (int i = 0; i < sma.length; i++) {
6       if (i >= mulai) {
7         B[i] = 2 * (sma[i] - dma[i]) / (orde -
8   1);
9         System.out.println("B= " + B[i]);
10      } else {
11        System.out.println("B= 0");
12        B[i] = 0.0;
13      }
14    }
15    return B;
  }
```

Penjelasan dari *Source Code* 5.4 adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi *method* dengan parameter `Double[]sma`, `Double[]dma` dan `Integer orde`.
- 2 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 3 = Inisialisasi mulai untuk batasan awal perhitungan.
- 4 = Membuat perulangan untuk mengambil nilai jumlah *array Single Moving Average*.
- 6-13 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai koefisien *trend*.

5.1.1.5 Implementasi Proses Hitung Peramalan

Proses perhitungan nilai peramalan dapat dilihat pada *Souce Code* 5.5.

Source Code 5.5 Implementasi Proses Hitung Peramalan

```

1 public static Double[] forecast(Double[] A, Double[]
2   B, int orde) {
3     Double forecast[] = new Double[A.length];
4     int mulai = 2 * orde - 1;
5     for (int i = 0; i < A.length; i++) {
  }
```

6	if (i >= mulai) {
7	forecast[i] = A[i - 1] + B[i - 1];
8	System.out.println("forecast= " +
9	forecast[i]);
10	} else {
11	System.out.println("Forecast= 0");
12	forecast[i] = 0.0;
13	}
14	}
15	return forecast;
	}

Penjelasan dari *Source Code* 5.5 adalah sebagai berikut.

- 1-2 = Inisialisasi *method* dengan parameter `Double[]` nilai konstanta, `Double[]` nilai koefisien *trend* dan Integer orde.
- 3 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 4 = Inisialisasi mulai untuk batasan awal perhitungan.
- 5 = Membuat perulangan untuk mengambil nilai jumlah *array Single Moving Average*.
- 6-13 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai hasil peramalan.

5.1.2 Implementasi Metode *Double Exponential Smoothing*

5.1.2.1 Implementasi Proses *Single Exponential Smoothing*

Poses perhitungan nilai *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada *Source Code* 5.6.

Source Code 5.6 Implementasi Proses *Single Exponential Smoothing*

1	public static Double[] st(List<Double> data, Double
2	alpha) {
3	Double[] st = new Double[data.size()];
4	for (int i = 0; i < data.size(); i++) {
5	if (i >= 1) {
6	st[i] = alpha * data.get(i) + (1 -
7	alpha) * st[i - 1];
8	System.out.println("st= " + st[i]);
9	} else {
10	st[i] = data.get(i);
11	System.out.println("st= " + st[i]);
12	}
13	}
	return st;
	}

Penjelasan dari *Source Code* 5.6 adalah sebagai berikut.

- 1-2 = Inisialisasi *method* dengan parameter `Double<>` data, `Double` parameter *alpha*.
- 3 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 4 = Membuat perulangan untuk mengambil nilai jumlah *array* data latih.
- 5-12 = Membuat perulangan untuk perhitungan *Single Exponential Smoothing*.

5.1.2.2 Implementasi Proses *Double Exponential Smoothing*

Poses perhitungan nilai *Double Exponential Smoothing* dapat dilihat pada Kode Program 5.7.

Source Code 5.7 Implementasi Proses *Double Exponential Smoothing*

```

1 public static Double[] sst(Double[] st, Double alpha)
2 {
3     Double[] sst = new Double[st.length];
4     for (int i = 0; i < st.length; i++) {
5         if (i >= 1) {
6             sst[i] = alpha * st[i] + (1 - alpha) *
7             sst[i - 1];
8             System.out.println("sst= " + sst[i]);
9         } else {
10            System.out.println("sst= " + st[i]);
11            sst[i] = st[i];
12        }
13    }
14    return sst;
15 }

```

Penjelasan dari *Source Code 5.7* adalah sebagai berikut.

- 1-2 = Inisialisasi method dengan parameter `Double[]st`, `Double` parameter *alpha*.
- 3 = Membuat array untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 4 = Membuat perulangan untuk mengambil nilai jumlah array *Single Moving Average*.
- 5-12 = Membuat perulangan untuk perhitungan *Double Exponential Smoothing*.

5.1.2.3 Implementasi Proses Hitung Nilai Konsanta

Poses perhitungan nilai konstanta dapat dilihat pada *Source Code 5.8*.

Source Code 5.8 Implementasi Proses Hitung Nilai Konstanta

```

1 public static Double[] A(Double[] st, Double[] sst) {
2     Double A[] = new Double[st.length];
3     for (int i = 0; i < st.length; i++) {
4         A[i] = 2 * st[i] - sst[i];
5         System.out.println("A=" + A[i]);
6     }
7     return A;
8 }

```

Penjelasan dari *Source Code 5.8* adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi method dengan parameter `Double[]st`, `Double[]sst`.
- 2 = Membuat array untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 4-6 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai konstanta.

5.1.2.4 Implementasi Proses Hitung Koefisien *Trend*

Proses perhitungan nilai koefisien *trend* dapat dilihat pada *Source Code* 5.9.

Source Code 5.9 Implementasi Proses Hitung Koefisien *Trend*

```

1 public static Double[] B(Double[] st, Double[] sst,
2 Double alpha) {
3     Double B[] = new Double[st.length];
4     for (int i = 0; i < st.length; i++) {
5         B[i] = alpha / (1 - alpha) * (st[i] -
6 sst[i]);
7         System.out.println("B=" + B[i]);
8     }
9     return B;
10 }

```

Penjelasan dari *Source Code* 5.9 adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi *method* dengan parameter `Double[]st`, `Double[]sst` dan `Double alpha`.
- 2 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 4-8 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai koefisien *trend*.

5.1.2.5 Implementasi Proses Hitung Peramalan

Proses perhitungan nilai peramalan dapat dilihat pada *Source Code* 5.10.

Source Code 5.10 Implementasi Proses Peramalan

```

1 public static Double[] forecast(Double[] A, Double[]
2 B) {
3     Double forecast[] = new Double[A.length];
4     for (int i = 0; i < A.length; i++) {
5         forecast[i] = A[i] + B[i];
6         System.out.println("forecast= " +
7 forecast[i]);
8     }
9     return forecast;
10 }

```

Penjelasan dari *Source Code* 5.10 adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi *method* dengan parameter `Double[]A` dan `Double[]B`.
- 2 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 4-8 = Membuat perulangan untuk perhitungan nilai hasil peramalan.

5.1.3 Implementasi Perhitungan Nilai MAPE

Proses perhitungan nilai MAPE dapat dilihat pada Kode Program 5.11.

Source Code 5.11 Implementasi Perhitungan Nilai MAPE

```

1 public static Double error(List<Double> dataUji,
2 Double[] forecast, int mulaiBaris) {
3     Double[] uji = new Double[dataUji.size()];
4     Double error = 0.0;
5     for (int i = 0; i < dataUji.size(); i++) {
6         error += (Math.abs(dataUji.get(i) -

```

```

6   forecast[i+mulaiBaris]) / dataUji.get(i));
7   }
8   Double mape = error * 100 / 12;
9   System.out.println("Mape= " + mape);
10
11  return mape;
12  }
    
```

Penjelasan dari *Source Code* 5.12 adalah sebagai berikut.

- 1 = Inisialisasi *method* dengan parameter ListdataUji dan Double[]forecast dan integer mulaiBaris.
- 3 = Membuat *array* untuk menyimpan hasil perhitungan.
- 4 = Inisialisasi *error*.
- 5-10 = Membuat perhitungan untuk nilai MAPE.

5.2 Implementasi User Interface

User interface pada sistem digunakan sebagai alat untuk memudahkan interaksi antara pengguna dengan sistem. Sistem ini akan menampilkan 1 halaman yang memiliki 3 buah *tab*, yang ada pada sistem yang meliputi implementasi antarmuka yang sudah di rumuskan pada bab perancangan, yaitu tab data latih, perhitungan *training* dan hasil.

5.2.1 Implementasi Tab Data Latih

Antarmuka data latih adalah antarmuka dimana pengguna dapat memasukan nilai orde waktu untuk perhitungan menggunakan metode *Double Moving Average*, nilai parameter *alpha* untuk perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan juga memasukan tahun yang akan diramalkan. Dalam tab ini juga akan ditampilkan bulan-tahun, data latih yang akan diramalkan serta grafik pola data pada data latih yang dipilih. Berikut hasil implementasi tab data latih disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Implementasi Tab Data Latih



5.2.2 Implementasi Tab Perhitungan *Training*

Antarmuka perhitungan *training* adalah antarmuka dimana pengguna dapat pula memasukan nilai orde waktu untuk perhitungan menggunakan metode *Double Moving Average*, nilai parameter *alpha* untuk perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan juga memasukan tahun yang akan diramalkan. Dalam tab ini juga akan ditampilkan proses hasil perhitungan kedua metode. Berikut hasil implementasi tab perhitungan *training* disajikan pada Gambar 5.1.

Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandar Udara Ngurah Rai

Tahun yang diramal: 2017

Double Moving Average: Orde Waktu: 5

Double Exponential Smoothing: Parameter Alpha: 0.7

Hitung

Data Lath | Perhitungan Training | Hasil Peramalan

Double Moving Average

Bulan-Tahun	Single Moving Average	Double Moving Average	Nilai Konstanta	Koefisien Tren	Hasil Peramalan
Jan-17	430329.2	432986.48	427671.92000000004	-1328.6399999999849	423095.8
Feb-17	431263.6	432736.68000000005	429790.51999999999	-736.54000000000373	426343.28
Mar-17	430973.2	431290.92000000004	430665.48	-153.860000000001513	429053.97999999986
Apr-17	446661.6	433344.27999999997	459978.92	6658.6600000000035	430511.62
Mei-17	456388.2	439123.16000000003	473653.24	8632.519999999999	466637.57999999996
Jun-17	466699.6	446397.23999999993	487001.96	10151.1800000000022	482285.76
Jul-17	495510.8	459246.68	531774.91999999999	18132.059999999998	497153.14
Agu-17	531033.6	479258.75999999995	582808.44	25887.4200000000013	549906.98
Sep-17	546051.2	499136.68	592965.72	23457.259999999998	608695.86

Double Exponential Smoothing

Bulan-Tahun	Single Exponential S...	Double Exponential S...	Nilai Konstanta	Koefisien Tren	Hasil Peramalan
Jan-17	444983.8918260465	438717.36652009527	451250.41713199776	14621.892380552908	465872.30951255065
Feb-17	446378.3675478139	444080.06723949825	448676.6678561296	5362.7007194032185	454039.368575328
Mar-17	429095.11026434414	433590.5973568903	424599.62317179795	-10489.46988260777	414110.1532891902
Apr-17	460942.93307930324	452737.2323625794	469148.6337960271	19146.63500568901	488295.2688017161
Mei-17	478888.179923791	471042.8956554275	486733.46419215447	18305.663292848152	505039.1274850026
Jun-17	496230.5539771373	488674.2584806244	503786.85147365025	17631.360825196858	521418.2122988471
Jul-17	562591.5661931412	540416.3732793861	584766.7591068962	51742.11679876184	636508.8759056581
Agu-17	588288.8698579423	573927.1208843754	602650.6188315093	33510.74760498948	636161.3664364987
Sep-17	561262.6609573828	565061.9989354806	557463.3229792849	-8865.121948894966	548598.20103039

Gambar 5.2 Implementasi Tab Perhitungan *Training*

5.2.3 Implementasi Tab Hasil

Antarmuka perhitungan hasil adalah antarmuka dimana pengguna dapat pula memasukan nilai orde waktu untuk perhitungan menggunakan metode *Double Moving Average*, nilai parameter *alpha* untuk perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan juga memasukan tahun yang akan diramalkan. Dalam tab ini juga akan ditampilkan tabel perbandingan hasil peramalan untuk kedua metode, hasil nilai MAPE untuk kedua metode dan juga konklusi perbandingan hasil MAPE.

Berikut hasil implementasi tab hasil disajikan pada Gambar 5.3.

Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandar Udara Ngurah Rai

Tahun yang diramal

Double Moving Average **Double Exponential Smoothing**

Orde Waktu Parameter Alpha

Bulan-Tahun	Jumlah Kedatangan A...	Hasil Peramalan DMA	Hasil Peramalan DES
Jan-17	452106.0	423095.8	465872.30951255065
Feb-17	446976.0	426343.28	454039.3685755328
Mar-17	421688.0	429053.97999999986	414110.1532891902
Apr-17	474592.0	430511.62	488295.2688017161
Mei-17	486579.0	466637.57999999996	505039.1274850026
Jun-17	503663.0	482285.76	521418.2122988471
Jul-17	591032.0	497153.14	636508.8759056581
Agu-17	599302.0	549906.88	636161.3664364987
Sep-17	549680.0	608695.86	548598.20103039
Okc-17	462135.0	616422.88	418084.59763894917
Nov-17	359012.0	578768.72	282510.8704906346
Des-17	307321.0	492343.4400000002	236283.3885068752

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

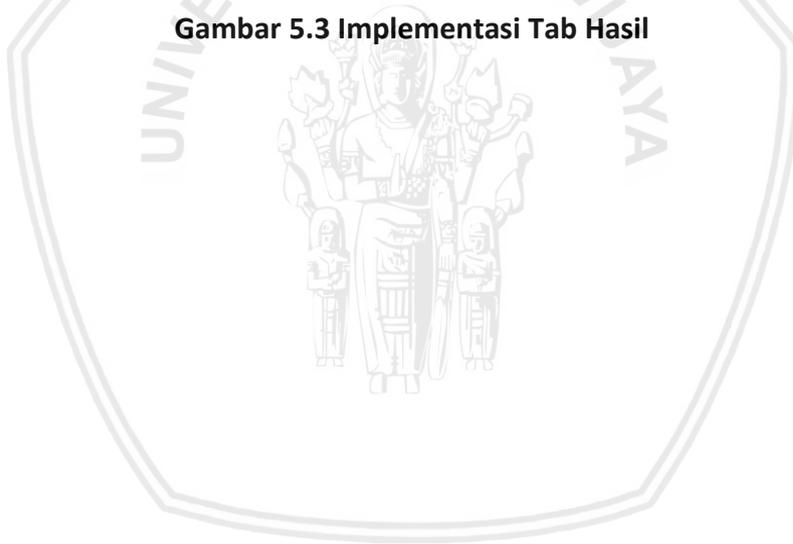
Double Moving Average

Double Exponential Smoothing

Metode yang lebih baik :

Double Exponential Smoothing dengan MAPE 7.023

Gambar 5.3 Implementasi Tab Hasil



BAB 6 PENGUJIAN

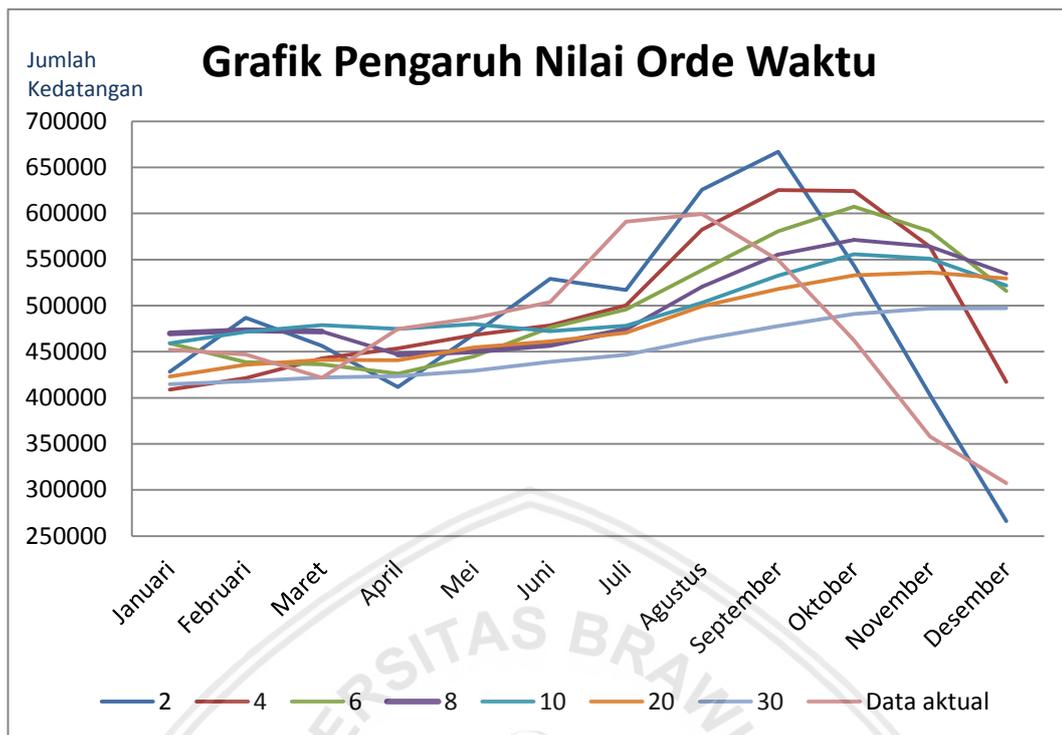
Bab pengujian akan menjelaskan hasil pengujian terhadap hasil peramalan kedatangan wisatawan mancanegara dengan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Proses pengujian menggunakan perancangan yang sudah dibuat pada bab sebelumnya. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian rentang nilai orde waktu pada *Double Moving Average*, juga rentang nilai parameter α pada *Double Exponential Smoothing* dan nilai MAPE.

6.1 Hasil Pengujian Pengaruh Nilai Orde Waktu pada *Double Moving Average*

Pengujian pengaruh nilai orde waktu dilakukan untuk menentukan nilai orde waktu terbaik untuk menghasilkan nilai peramalan yang akurat untuk masalah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai. Pemilihan rentang orde waktu didapatkan dari hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang.

Tabel 6.1 Pengujian berdasarkan Nilai Orde Waktu

Bulan	Orde Waktu							Data Aktual
	2	4	6	8	10	20	30	
Jan-17	428152.5	408781.14	459221.47	470040.54	459141.09	423194.93	414867.52	452106
Feb-17	486993.0	421438.52	438702.85	473307.68	471438.43	436101.74	417816.96	446976
Mar-17	456313.5	442787.1	436246.63	471849.35	478942.63	441045.54	421969.42	421688
Apr-17	411518.5	453646.5	426130.72	446940.17	474631.48	440907.02	423387.12	474592
May-17	468852.0	468095.71	445009.94	450548.64	480044.51	454630.21	429314.92	486579
Jun-17	529253.75	478526.36	476029.65	457424.13	472320.97	461096.36	439054.66	503663
Jul-17	516924.25	500344.35	495863.47	474165.88	478298.54	470581.96	446639.48	591032
Aug-17	625687.25	582287.23	538407.84	520497.72	503102.94	499346.71	463522.13	599302
Sep-17	666896.25	625300.77	580740.25	555427	532576.21	517873.7	477696.53	549680
Oct-17	543477.0	624259.56	607559.86	571331.07	555785.18	532885.07	490834.65	462135
Nov-17	403032.25	563696.42	580685.22	564212.94	550822.89	536062.57	496778.81	358012
Dec-17	266322.5	417384.85	515883.09	534634.08	521915.08	529548.48	497085.18	307321



Gambar 6.1 Grafik Pengaruh Nilai Orde Waktu pada *Double Moving Average*

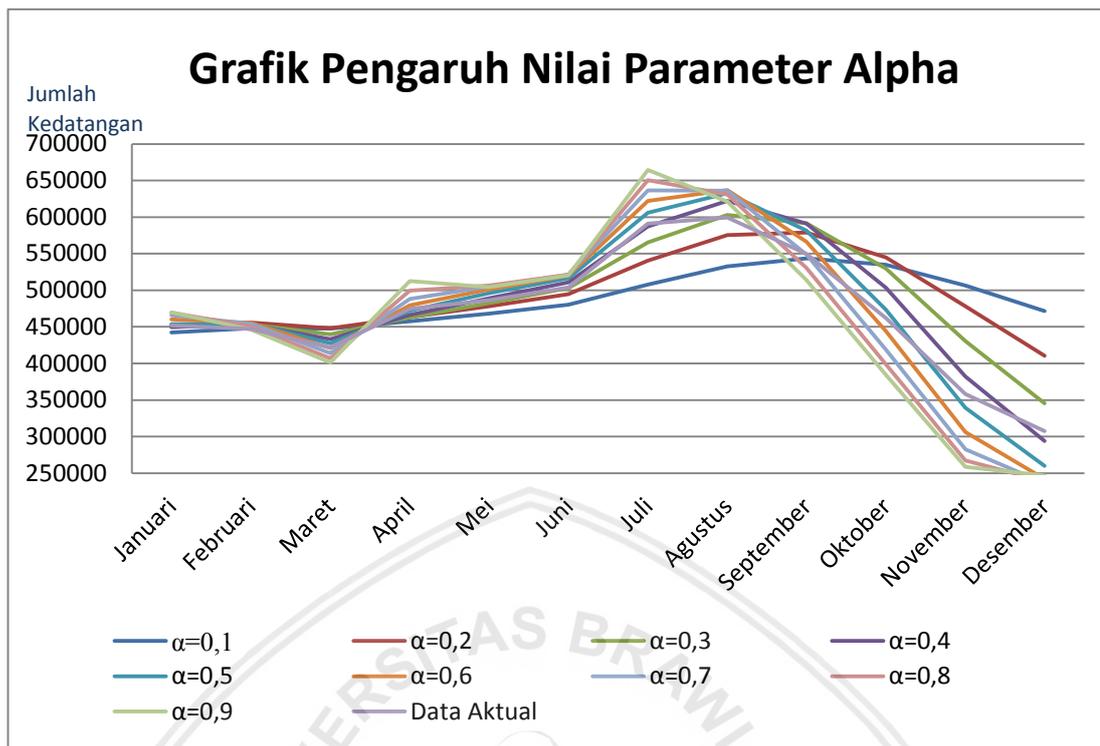
Pada Tabel 6.1 menunjukkan hasil peramalan *Double Moving Average* dengan nilai orde waktu 2, 4, 6, 8, 10, 20 dan 30. Pada bulan Januari 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai untuk orde waktu 10 yaitu 7035,09. Pada bulan Februari 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 6 yaitu 8273,15. Pada bulan Maret 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 30 yaitu 281,42 . Pada bulan April 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 10 yaitu 39,48. Pada bulan Mei 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 10 yaitu 6534,49. Pada bulan Juni 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 4 yaitu 25136,6. Pada bulan Juli 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 2 yaitu 74107,75. Pada bulan Agustus 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 4 yaitu 17014,77. Pada bulan September 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 8 yaitu 5747. Pada bulan Oktober 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 30 yaitu 28699,65. Pada bulan November 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 2 yaitu 45020,25. Pada bulan Desember 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai orde waktu 2 yaitu 40998,5.

6.2 Hasil Pengujian Pengaruh Nilai Parameter *Alpha* pada *Double Exponential Smoothing*

Pengujian pengaruh nilai parameter *alpha* dilakukan untuk menentukan nilai parameter *alpha* terbaik untuk menghasilkan nilai peramalan yang akurat untuk masalah kedatangan wisatawan mancanegara di bandar udara Ngurah Rai. Pemilihan rentang parameter *alpha* didapatkan dari hasil percobaan peneliti secara berulang-ulang.

Tabel 6.2 Pengujian berdasarkan Nilai Parameter *Alpha*

Bulan	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.5$
Jan-17	442136.94	451827.7	449539.46	449535.22	453743.01
Feb-17	447865.74	455886.93	453416.43	452939.29	454349.41
Mar-17	447439.58	448013.21	439563.71	432980.16	427369.66
Apr-17	457417.67	463082.61	462909.47	466311.34	472108.31
May-17	468069.07	477982.2	482592.51	489225.08	495900.89
Jun-17	480298.6	494695.41	502846.39	510717.85	516602.56
Jul-17	507911.96	540698.17	565265.68	587221.7	605912.1
Aug-17	532763.99	575461.29	603132.11	621988.7	632789.45
Sep-17	543635.11	578814.52	591568.74	591177.36	581514.93
Oct-17	534992.17	544777.2	529605.71	503409.7	473192.56
Nov-17	506438.21	478038.43	430697.66	381910.99	339224.58
Dec-17	471687.04	410248.16	345276.4	293794.81	259738.44
Bulan	$\alpha = 0.6$	$\alpha = 0.7$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.9$	Data Aktual
Jan-17	460033.01	465872.31	469459.12	469770.57	452106
Feb-17	455203.55	454039.37	450774.1	446263.01	446976
Mar-17	421123.32	414110.15	407135.12	401087.06	421688
Apr-17	479358.57	488295.27	499349.8	512549.26	474592
May-17	501344.64	505039.13	506372.6	504495.1	486579
Jun-17	520047.58	521418.21	521320.01	520653.72	503663
Jul-17	621984.40	636508.87	650407.82	664317.02	591032
Aug-17	637075.43	636161.37	630802.81	621278.79	599302
Sep-17	566345.16	548598.2	530462.89	513727.61	549680
Oct-17	443974.86	418684.6	398676.24	384192.53	462135
Nov-17	305985.66	282510.87	267421.58	258609.18	358012
Dec-17	241807.67	236283.39	239043.66	246625.83	307321



Gambar 6.2 Grafik Pengaruh Nilai Parameter α Double Exponential Smoothing

Pada Tabel 6.2 dapat menunjukkan hasil dari peramalan menggunakan Double Exponential Smoothing dengan nilai $\alpha = 0.1$ sampai $\alpha = 0.9$. Pada bulan Januari 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan pada nilai $\alpha = 0.2$ yaitu sebesar 278,3. Pada bulan Februari 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada $\alpha = 0.9$ yaitu sebesar 712,99. Pada bulan Maret 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai $\alpha = 0.6$ yaitu 564,68. Pada bulan April 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai $\alpha = 0.5$ yaitu 2483,69. Pada bulan Mei 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai $\alpha = 0.3$ yaitu 816,61. Pada bulan Juli 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai $\alpha = 0.4$ yaitu 3810,3. Pada bulan Agustus 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai $\alpha = 0.3$ yaitu 3830,11. Pada bulan September 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai $\alpha = 0.7$ yaitu 1081,8. Pada bulan Oktober 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai eramalanada pada nilai $\alpha = 0.4$ yaitu 41274,7. Pada bulan November 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai eramalanada pada nilai $\alpha = 0.5$ yaitu 18787,4. Pada bulan Desember 2017 memiliki perbedaan terkecil antara nilai data aktual dengan nilai peramalan ada pada nilai $\alpha = 0.4$ yaitu 13526,2.

6.3 Pengujian Nilai MAPE

Pengujian MAPE dilakukan dengan menghitung nilai MAPE untuk setiap metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*.

6.3.1 Pengujian Nilai MAPE *Double Moving Average*

Hasil dari pengujian nilai untuk metode *Double Moving Average* dapat dilihat dari tabel 6.3 dimana menampilkan hasil nilai MAPE untuk setiap orde waktu yang terpilih untuk diuji dan dibandingkan.

Tabel 6.3 Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Orde Waktu

	2	4	6	8	10	20	30
MAPE	10.522	16.149	18.713	19.444	17.53	17.978	18.093

Dari hasil pengujian nilai MAPE dapat dilihat bahwa nilai orde waktu 2 memiliki nilai MAPE terbaik yaitu sebesar 10,522.

6.3.2 Pengujian Nilai MAPE *Double Exponential Smoothing*

Hasil dari pengujian nilai untuk metode *Double Exponential Smoothing* dapat dilihat dari tabel 6.3.2 dimana menampilkan hasil nilai MAPE untuk setiap orde waktu yang terpilih untuk diuji dan dibandingkan.

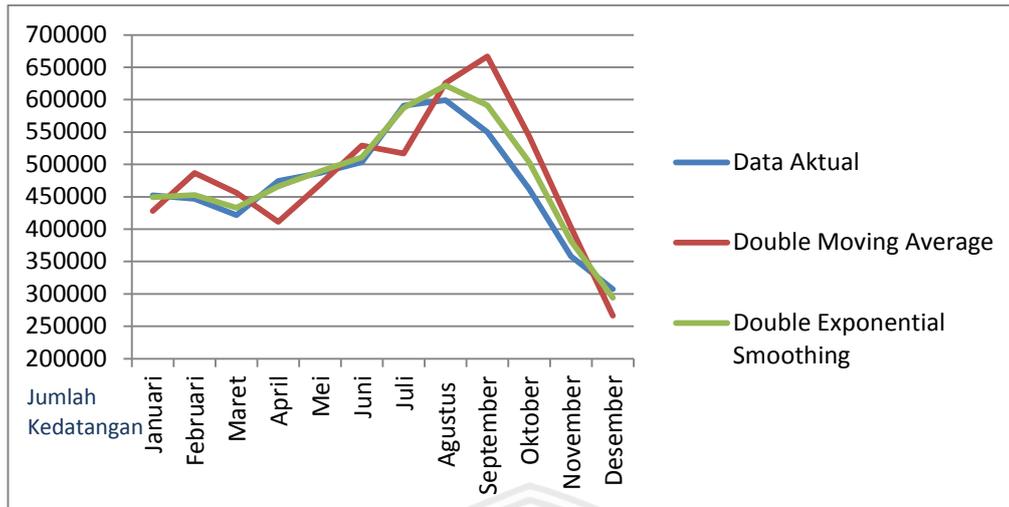
Tabel 6.4 Pengujian Nilai MAPE berdasarkan Nilai Alpha

	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.6$	$\alpha = 0.7$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.9$
MAPE	13.129	9.747	5.797	3.355	3.782	5.448	7.023	8.415	9.249

Dari hasil pengujian nilai MAPE dapat dilihat bahwa nilai $\alpha = 0.4$ memiliki nilai MAPE terbaik yaitu sebesar 3,355.

6.4 Perbandingan Hasil Peramalan

Berdasarkan hasil perhitungan dan perbandingan nilai MAPE di atas, maka di dapatkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* memiliki akurasi yang lebih baik dari metode *Double Moving Average*. Dilakukan perbandingan hasil peramalan untuk 2 metode tersebut dengan nilai orde waktu dan *alpha* terbaik. Yaitu menggunakan nilai orde waktu 2 dan $\alpha = 0.4$. Perbandingan hasil peramalan dapat dilihat pada Gambar 6.4 berikut ini.



Gambar 6.4 Perbandingan Peramalan Nilai Kedatangan Wisatawan

Dari hasil analisis perbandingan peramalan nilai kedatangan wisatawan, data aktual dan data uji yang digunakan memiliki karakteristik data dengan *trend* yang cenderung naik hingga bulan Agustus, cenderung turun dari bulan September hingga Desember dan memiliki tipe musiman. Pola data yang dihasilkan memiliki kecenderungan yang sama namun dari hasil nilai peramalan dapat dilihat jika menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* nilai peramalan lebih mendekati nilai data aktual dibandingkan dengan menggunakan metode *Double Moving Average*.

Hasil yang lebih baik jika menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* daripada penggunaan metode *Double Moving Average* dapat disebabkan karena pola data yang akan dilakukan peramalan. Dalam metode *Double Moving Average*, proses peramalan diawali dengan merata-rata nilai data kedatangan wisatawan mancanegara yang hasilnya adalah sebuah nilai yang digunakan dalam mencari hasil peramalan. Nilai hasil rata-rata adalah nilai diantara nilai-nilai jumlah kedatangan wisatawan mancanegara, sedangkan pada data yang diuji nilai kedatangan dari bulan ke bulan tidak selalu ada diantara nilai kedatangan wisatawan mancanegara yang dirata-rata. Data setelahnya yang diramalkan dapat lebih tinggi maupun lebih rendah dari data aktual wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai. Faktor tersebut dapat mengakibatkan metode *Double Moving Average* tidak memiliki hasil sebaik metode *Double Exponential Smoothing*.

BAB 7 KESIMPULAN

Pada bagian kesimpulan dijelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan juga usulan saran untuk penelitian serupa atau pengembangan dari penelitian ini.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian tahapan yang telah dilakukan, yang dimulai dari perancangan, implementasi dan pengujian, maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Dari hasil pengujian didapat nilai *Measure Average Percentage Error* (MAPE) terhadap orde waktu memiliki hasil kecenderungan naik namun pada orde waktu tertentu mengalami penurunan. Nilai orde waktu paling akurat dalam pengujian untuk metode *Double Moving Average* pada hasil peramalan dari jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai adalah orde waktu = 2.
2. Dari hasil pengujian didapat nilai *Measure Average Percentage Error* (MAPE) terhadap parameter *alpha* memiliki hasil kecenderungan turun namun pada parameter *alpha* tertentu mengalami kenaikan. Nilai parameter *smoothing* paling akurat dalam pengujian untuk metode *Double Exponential Smoothing* pada hasil peramalan dari jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai adalah $\alpha = 0.4$.
3. Dilakukan perbandingan akurasi untuk metode *Double Moving Average* dan juga *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan perhitungan terhadap nilai error menggunakan metode *Measure Average Percentage Error* (MAPE). Nilai MAPE terkecil pada metode *Double Moving Average* didapatkan saat nilai orde waktu 2 dengan nilai MAPE 10,522. Nilai MAPE yang terkecil pada metode *Double Exponential Smoothing* didapatkan ketika nilai parameter $\alpha = 0.4$, yaitu nilai MAPE sebesar 3,355. Nilai MAPE untuk metode *Double Moving Average* di atas 10, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Double Moving Average* dikategorikan baik dalam peramalan ini. Nilai MAPE untuk metode *Double Exponential Smoothing* di bawah 10, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Exponential Smoothing* dikategorikan sangat baik dalam peramalan ini. Setelah dilakukan pengujian maka disimpulkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* dapat melakukan peramalan dengan nilai lebih akurat dibandingkan *Double Moving Average* dalam peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di bandara Ngurah Rai.

7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan terkait kelanjutan penelitian Perbandingan *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara Menggunakan antara lain:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan dari sistem dengan menambahkan atau mengurangi metode lain yang relevan terhadap data *Time-Series*. Metode penelitian selanjutnya dapat digunakan untuk mendapatkan metode yang terbaik menurut karakteristik data.
2. Dapat dilakukan pengurangan atau penambahan data pada perhitungan data latih untuk mendapatkan hasil peramalan dan nilai orde atau parameter yang lebih baik.



DAFTAR REFERENSI

- Angkasa Pura – Bandara Ngurah Rai Bali, 2018. *Triwulan Satu, Penumpang Bandara I Gusti Ngurah Rai Tumbuh 7 Persen* [online] Mangupura (Diterbitkan 2018) Tersedia di:< <https://www.bali-airport.com/en/news/index/triwulan-satu-penumpang-bandara-i-gusti-ngurah-rai-tumbuh-7-persen>> [Diakses 4 Januari 2019]
- Ardhiani, I. T. dan H. T. (2009). Sistem Pendukung Keputusan Pengadaan Supplies dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Moving Average* (Studi Kasus RS Siti Khodijah Sepanjang). *SNASTI* 2009, 235– 243.
- Azizah, A.F, 2015. Peramalan Migrasi Masuk Kota Surabaya Tahun 2015 dengan Metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing Brown*. Universitas Airlangga.
- Badan Pusat Statistik, 2018. bps-file.[xls] Badan Pusat Statistik [online]. Tersedia di: <<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/807>> [Diakses 5 Agustus 2018]
- Baroto, Teguh, 2002. Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Cetakan Pertama. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Bhaskara, G.I., 2017. Gunung Berapi dan Pariwisata: Bermain dengan Api. Fakultas Pariwisata. Universitas Udayana, Denpasar, Bali.
- Hanke, E.,John, Wichern., 2005. Business Forecasting. Pearson Education,Inc.
- Hertini, E., 2017. Prediksi Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara ke Jawa Barat menggunakan *Double Moving Smoothing (DES)* Satu Parameter *Brown*. Departemen Matematika FMIPA. Universitas Padjajaran.
- Heizer, J., Rander, B., 2006. Manajemen Operasi. Judul Asli: Operation Management,diterjemahkan oleh: Dwianoegrahwati dan Indra Almadhy. Buku 1. Edisi ketujuh. Jakarta:Salemba Empat.
- Jana, P., Rokhimi & Prihatiningsih, I.R, 2017. Peramalan Kurs IDR Terhadap USD menggunakan *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Universitas PGRI Yogyakarta.
- Kim, S. and Kim, H., 2016. A new metric of absolute percentage error for intermittent demand forecasts. *International Journal of Forecasting*, [online] 32(3),pp.669–679. Available at :<<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijforecast.2015.12.003>>.
- Kristianto, R.P, Utami ,E., & Lutfi, E.T, 2017. Penerapan Algoritma *Forecasting* untuk Prediksi Penderita Demam Berdarah *Dengue* di Kabupaten Sragen. Magister Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- LaViola, J.,2003. Double Exponential Smoothing: An Alternative to Kalman Filter-Based Predictive Tracking. Brown University Technology Center.

- Nasution, S.R, & Lukito, T.A, 2013. Pengendalian Persediaan Bahan Baku Baju MS di Direktorat Produksi ATMI Cikarang. Universitas Pancasila.
- Naufal, M.F , 2017. Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Datang ke Indonesia Berdasarkan Pintu Masuk Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM). Institut Teknologi Sepuluh November.
- Purwanto, A., & Hanief, S., Tanpa Tahun. Teknik Peramalan dengan Double Exponential Smoothing pada Distributor Gula. STIKOM Bali.
- Setyowardhani Y., & Daryanto, Tanpa Tahun. Sistem Peramalan Kendaraan Bermotor di Kabupaten Banyuwangi dengan Menggunakan Metode *Double Moving Average*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Sinaga, H.D., 2018. Perbandingan *Double Moving Average* dengan *Double Exponential Smoothing* pada Peramalan Bahan Medis Habis Pakai. STMIK Triguna Dharma.
- Wright, D.J, 1985. *Forecasting Irregularly Spaced data: An Extention of Double Exponential Smoothing*. *Compt & Indus. Engng*. Vol 10, No.2, pp. 135-147.
- Wu, L. , Liu, S. and Yang, Y., 2015. Grey Double Exponential Smoothing model price forecasting in China. *Applied Soft Computing* 39 (2016) 117-123.

