

**FUZZY TIME SERIES CHEN ORDE TINGGI UNTUK MERAMALKAN
JUMLAH PENUMPANG DAN KENDARAAN KAPAL**
(Studi Kasus: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak)

TUGAS AKHIR



Ella Tasia Febriana
14 611 019

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

**FUZZY TIME SERIES CHEN ORDE TINGGI UNTUK MERAMALKAN
JUMLAH PENUMPANG DAN KENDARAAN KAPAL**

(Studi Kasus: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak)

TUGAS AKHIR

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



Ella Tasia Febriana

14 611 019

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

2018

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Untuk Meramalkan
Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal (Studi Kasus:
PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak)

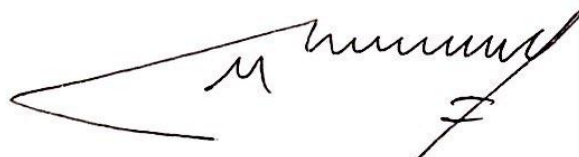
Nama Mahasiswa : Ella Tasia Febriana

Nomor Mahasiswa : 14611019

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

Yogyakarta, 23 April 2018

الباحث: الأستاذ المساعد
Pembimbing


(Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc.)

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

FUZZY TIME SERIES CHEN ORDE TINGGI UNTUK MERAMALKAN JUMLAH PENUMPANG DAN KENDARAAN KAPAL (Studi Kasus: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak)

Nama Mahasiswa : Ella Tasia Febriana
Nomor Mahasiswa : 14611019

TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL, 23 Mei 2018

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Dr. Kartiko, M.Si.
2. M. Hasan Sidiq Kurniawan, S.Si., M.Sc.
3. Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Alwar, M.Sc., Ph.D.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya berupa keimanan, kekuatan, kesabaran, kelancaran sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikut-pengikutnya.

Laporan penelitian ini tersusun sebagai hasil akhir dari Tugas Akhir (TA) untuk memperoleh gelar strata 1 (S1) dalam bidang statistila di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Laporan penelitian ini disusun dengan judul “**Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Untuk Meramalkan Jumlah Penumpang Dan Kendaraan Kapal** (Studi Kasus: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak)”. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Bulan Januari 2015 – September 2017. Selama penyusunan laporan penelitian Tugas Akhir (TA), penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak RB Fajriya Hakim, M.Si., selaku Ketua Program Studi Statistika beserta seluruh jajarannya.
3. Bapak Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi bimbingan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Anggi Rizki selaku karyawan PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak yang telah membantu dan memperlancar dalam persiapan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini ini.

5. Papa, Mama, Rama, Divo, dan seluruh keluarga besar yang selalu memberi dukungan dan nasihat, serta doa terbaik.
6. Sahabat PTL yang penulis cintai Julia Widiastuti, Febritista Yubinas, Pertiwi Bkti Utami, Yusrina Dwi Anggraini, Zarmeila Putri, Andi Nurhanna Manthovani, Septi Serdawati, Nanda Hadina Wijayanti, Fadhilah Khairunnisa, Khairunnisa Febrianti Sihono, Sendhyka Cakra Pradana, M. Husni, Samsudin, Rachmad Febrian, Aufa Praba Raditya, Moh. Aliamsyah, dan Hafizhan Aliady yang selalu ada untuk memberi dukungan dan membantu dalam memulai dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan bimbingan bapak Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan penelitian tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang sifatnya membangun selalu penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua yang membutuhkan. Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, Amin amin ya robbal ‘alamiin.

Wassalamu’alaikum, Wr.Wb .

Yogyakarta, 23 April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PERNYATAAN.....	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Jenis Penelitian dan Metode Analisis.....	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1. Pengertian Transportasi	9
3.2. Transportasi Air	9
3.3. Pelabuhan	10
3.4. Statistika Deskriptif	11
3.5. Peramalan.....	11
3.6. Analisis Runtun Waktu	12
3.7. Logika Fuzzy	14

3.8.	Himpunan Fuzzy	14
3.9.	Fungsi Keanggotaan Fuzzy	15
3.10.	Fuzzy Time Series	16
3.11.	Fuzzy Time Series Model Chen	18
3.12.	Penerapan Fuzzy Time Series Orde Tinggi	19
3.13.	Ukuran Ketepatan Peramalan	20
3.13.1.	<i>Mean Squared Error</i> (MSE)	20
3.13.2.	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	20
3.13.3.	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	21
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	22
4.1.	Populasi dan Sampel Penelitian	22
4.2.	Metode Penelitian	22
4.3.	Variabel Penelitian	22
4.4.	Teknik Pengumpulan Data	23
4.5.	Alat dan Cara Organisir Data	23
4.6.	Diagram Alir	25
BAB V	PEMBAHASAN	26
5.1.	Analisis Deskriptif	26
5.2.	<i>Fuzzy Time Series Chen</i>	28
5.3.	Penerapan <i>Fuzzy Time Series</i> Orde Tinggi	39
5.3.1	Orde Dua	39
5.3.2	Orde Tiga	47
5.4.	Ukuran Ketepatan Peramalan	54
5.5.1.	<i>Mean Squared Error</i> (MSE)	57
5.5.2.	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	58
5.5.3.	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	59
5.5.	Hasil Peramalan	61
5.5.1.	Orde Satu	61
5.5.2.	Orde Dua	62
5.5.3.	Orde Tiga	63
5.6.	Validasi Metode	64

BAB VI PENUTUP	66
6.1. Kesimpulan	66
6.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
4.1	Definisi Operasional Variabel	22
5.1	Interval dari Himpunan Semesta (U) Jumlah Penumpang	30
5.2	Interval dari Himpunan Semesta (U) Jumlah Kendaraan	31
5.3	Fuzzifikasi Jumlah Penumpang	32
5.4	Fuzzifikasi Jumlah Kendaraan	32
5.5	FLR Jumlah Penumpang	33
5.6	FLR Jumlah Kendaraan	34
5.7	FLRG Jumlah Penumpang	34
5.8	FLRG Jumlah Kendaraan	35
5.9	Defuzzifikasi Jumlah Penumpang	35
5.10	Hasil Nilai Peramalan Jumlah Penumpang	36
5.11	Defuzzifikasi Jumlah Kendaraan	37
5.12	Hasil Nilai Peramalan Jumlah Kendaraan	38
5.13	FLR Orde Dua Jumlah Penumpang	40
5.14	FLR Orde Dua Jumlah Kendaraan	40
5.15	FLRG Orde Dua Jumlah Penumpang	41
5.16	FLRG Orde Dua Jumlah Kendaraan	42
5.17	Defuzzifikasi Orde Dua Jumlah Penumpang	43
5.18	Hasil Nilai Peramalan Orde Dua Jumlah Penumpang	43
5.19	Defuzzifikasi Orde Dua Jumlah Kendaraan	45
5.20	Hasil Nilai Peramalan Orde Dua Jumlah Kendaraan	45
5.21	FLR Orde Tiga Jumlah Penumpang	47
5.22	FLR Orde Tiga Jumlah Kendaraan	48
5.23	FLRG Orde Tiga Jumlah Penumpang	48
5.24	FLRG Orde Tiga Jumlah Kendaraan	49

Nomor	Judul	Halaman
5.25	Defuzzifikasi Orde Tiga Jumlah Penumpang	50
5.26	Hasil Nilai Peramalan Orde Tiga Jumlah Penumpang	50
5.27	Defuzzifikasi Orde Tiga Jumlah Kendaraan	52
5.28	Hasil Nilai Peramalan Orde Tiga Jumlah Kendaraan	52
5.29	Nilai Error Orde Satu Jumlah Penumpang	54
5.30	Nilai Error Orde Dua Jumlah Penumpang	55
5.31	Nilai Error Orde Tiga Jumlah Penumpang	55
5.32	Nilai Error Orde Satu Jumlah Kendaraan	56
5.33	Nilai Error Orde Dua Jumlah Kendaraan	56
5.34	Nilai Error Orde Tiga Jumlah Kendaraan	57
5.35	Hasil Ukuran Ketepatan Peramalan	60
5.36	Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Orde Satu	61
5.37	Hasil Ramalan Jumlah Kendaraan Orde Satu	62
5.38	Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Orde Dua	62
5.39	Hasil Ramalan Jumlah Kendaraan Orde Dua	63
5.40	Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Orde Tiga	63
5.41	Hasil Ramalan Jumlah Kendaraan Orde Tiga	63
5.42	Ukuran Ketepatan Metode Lain Jumlah Penumpang	64
5.43	Ukuran Ketepatan Metode Lain Jumlah Kendaraan	64
6.1	Hasil Ukuran Ketepatan Peramalan	66

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
3.1	Pola Data Horizontal	12
3.2	Pola Data Trend	13
3.3	Pola Data Musiman	13
3.4	Pola Data Siklis	14
3.5	Berbagai Bentuk Fungsi Keanggotaan yang Sering Digunakan	16
4.1	Diagram Alir Fuzzy Time Series Chen	25
5.1	Grafik Jumlah Penumpang dan Kendaraan	26
5.2	Plot Data Jumlah Penumpang	27
5.3	Plot Data Jumlah Kendaraan	28
5.4	Plot Fuzzy Time Series Orde Satu Jumlah Penumpang	37
5.5	Plot Fuzzy Time Series Orde Satu Jumlah Kendaraan	39
5.6	Plot Fuzzy Time Series Orde Dua Jumlah Penumpang	44
5.7	Plot Fuzzy Time Series Orde Dua Jumlah Kendaraan	46
5.8	Plot Fuzzy Time Series Orde Tiga Jumlah Penumpang	51
5.9	Plot Fuzzy Time Series Orde Tiga Jumlah Kendaraan	53

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1	Data Jumlah Penumpang dan Jumlah kendaraan	73
2	Fuzzifikasi Jumlah Penumpang	74
3	Fuzzifikasi Jumlah Kendaraan	75
4	FLR Orde Satu Jumlah Penumpang	76
5	FLR Orde Satu Jumlah Kendaraan	77
6	FLR Orde Dua Jumlah Penumpang	78
7	FLR Orde Dua Jumlah Kendaraan	79
8	FLR Orde Tiga Jumlah Penumpang	80
9	FLR Orde Tiga Jumlah Kendaraan	81
10	Hasil Peramalan Jumlah Penumpang	82
11	Hasil Peramalan Jumlah Kendaraan	83
12	Hasil Ukuran Ketepatan Orde Satu Jumlah Penumpang	84
13	Hasil Ukuran Ketepatan Orde Satu Jumlah Kendaraan	85
14	Hasil Ukuran Ketepatan Orde Dua Jumlah Penumpang	86
15	Hasil Ukuran Ketepatan Orde Dua Jumlah Kendaraan	87
16	Hasil Ukuran Ketepatan Orde Tiga Jumlah Penumpang	88
17	Hasil Ukuran Ketepatan Orde Tiga Jumlah Kendaraan	89

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Mei 2018



Penulis

***FUZZY TIME SERIES CHEN ORDE TINGGI UNTUK MERAMALKAN
JUMLAH PENUMPANG DAN KENDARAAN KAPAL***

(Studi Kasus: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak)

Oleh: Ella Tasia Febriana

Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

INTISARI

Fuzzy time series (FTS) merupakan suatu metode peramalan data yang dapat menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. FTS orde tinggi dengan melakukan perkembangan dengan melibatkan dua atau lebih data historis. Untuk melihat ketepatan hasil peramalan terhadap data dilihat dengan menghitung tingkat akurasi atau ukuran ketepatan peramalan yaitu dengan menggunakan metode Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), dan Mean Absolute Error (MAE). Pada penelitian ini metode FTS orde tinggi diterapkan untuk meramalkan jumlah penumpang dan kendaraan kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak bulan Januari 2015 – September 2017 dengan ukuran ketepatan menggunakan metode MSE, MAPE, dan MAE. Dari hasil analisis didapatkan nilai peramalan untuk data jumlah penumpang menggunakan FTS orde dua untuk periode Oktober 2017 sebesar 171237 dengan MSE 1646272419, MAPE 26.003%, dan MAE 29560. Sedangkan nilai peramalan data jumlah kendaraan menggunakan FTS orde dua yaitu sebesar 298907 dengan MSE 1086535042, MAPE 14.33%, dan MAE 23519.6.

Kata Kunci : Fuzzy Time Series, MSE, MAPE, MAE, Jumlah Penumpang dan Kendaraan

***FUZZY TIME SERIES CHEN HIGH ORDER TO FORCAST NUMBER OF
PASSANGER AND VEHICHL E SHIP***

(Case Study: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Merak Branch)

By: Ella Tasia Febriana

Department of Statistics Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Islamic University of Indonesia

ABSTRACT

Fuzzy time series (FTS) is a data forecasting method that can recognize the patterns from historical data then used it to predict data in the future. High-order FTS with progress by involving two or more historical data. To see the accuracy the results of the forecasting of the data viewed by calculating the accuracy or size of precision forecasting which is using the method of Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and Mean Absolute Error (MAE). In this research, the high order FTS method is applied to predict the number of passengers and vessels of PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Merak Branch in start from January 2015 until September 2017 with a measure of accuracy using MSE, MAPE, and MAE methods. From the analysis results obtained the value of forecasting for data number of passengers using the FTS order two for the period October 2017 amount is 171237 with MSE 1646272419, MAPE 26.003%, and MAE 29560. While the value of data forecasting number of vehicles using order two of FTS amount is 298907 with the value of MSE 1086535042, MAPE 14.33%, and MAE 23519.6.

Keywords: *Fuzzy Time Series, MSE, MAPE, MAE, Number of Passengers and Vehicles*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Transportasi adalah pemindahan manusia atau barang dengan menggunakan wahana yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. (Andriansyah, 2015)

Transportasi yang baik akan berperan penting dalam perkembangan wilayah terutama dalam aksesibilitas, adapun yang dimaksud dengan aksesibilitas adalah kemudahan dan kemampuan suatu wilayah atau ruang untuk diakses atau dijangkau oleh pihak dari luar daerah tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung. Kemudahan suatu lokasi dihubungkan dengan lokasi yang lain lewat jaringan transportasi yang ada, berupa prasarana jalan dan alat angkut yang bergerak di atasnya. (Andriansyah, 2015)

Salah satu transportasi yang masih sering digunakan yaitu kapal laut. Kapal laut sendiri biasa digunakan sebagai transportasi laut untuk mengakses lokasi antar pulau. Seseorang dapat menggunakan kapal dengan cara pergi ke pelabuhan. Menurut Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang dan bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Perusahaan yang bergerak dibidang jasa pelabuhan dan penyeberangan yang berada di bawah naungan Kementerian Perhubungan adalah PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) yang didirikan pada 27 Maret 1973 dengan nama Proyek ASDP Ferry. Sejalan dengan perkembangan zaman dan kebutuhan manusia yang semakin meningkat akan jasa penyeberangan, kehadiran ASDP dianggap penting

sehingga ASDP Ferry mengalami perubahan nama menjadi Perum ASDP berdasarkan PP No. 8 pada tahun 1986 yang selanjutnya diresmikan menjadi PT ASDP (Persero) pada tahun 1993. Perusahaan ini memiliki banyak cabang yaitu salah satunya PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak. (ASDP Indonesia Ferry, 2016)

Setiap hari perusahaan ini menyediakan jasa penyeberangan dari pelabuhan Merak menuju pelabuhan Bakauheni. Pada bulan-bulan tertentu di pelabuhan Merak ini sering kali terjadi penumpukan kendaraan. Sehingga banyak calon penumpang yang menunggu lama. Agar hal tersebut dapat diminimalisir dapat dilakukan prediksi atau peramalan jumlah penumpang dan kendaraan yang dapat memberikan gambaran kepada perusahaan, sehingga perusahaan dapat merencanakan dan mempersiapkan solusi terbaik dari masalah tersebut.

Berdasarkan pendapat B. Render dan J. Heizer (2001), peramalan adalah seni dan ilmu memprediksi peristiwa-peristiwa masa depan dengan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan menggunakan beberapa bentuk model matematis. Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien (Makridakis dkk, 1999).

Peramalan memiliki peran penting dalam keputusan untuk waktu yang akan datang seperti prediksi cuaca, perencanaan produksi, penjadwalan staf, maupun dalam hal bisnis, maka dalam hal ini dengan banyaknya suatu bidang memerlukan suatu hasil peramalan yang akurat, sehingga metode peramalan banyak sekali yang sudah di kembangkan. (Elfajar dkk, 2017)

Salah satu metode peramalan adalah metode *fuzzy time series*. Metode ini telah diimplementasikan selama bertahun-tahun untuk meramalkan jumlah pendaftar di Universitas Alabama berdasarkan dari data histori yang ada dengan menggunakan operasi aritmatika sederhana (Chen, 1996). Kelebihan dari metode ini antara lain adalah proses perhitungannya tidak memerlukan sistem yang rumit seperti pada algoritma genetika dan jaringan saraf, sehingga metode ini mudah dikembangkan (Nugroho, 2016).

Fuzzy time series merupakan suatu metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Peramalan dengan

menggunakan *fuzzy time series* dapat menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. (Ujianto dan Irawan, 2015)

Pada tahun 2002, Chen memperkenalkan *fuzzy time series* orde tinggi dengan melakukan perkembangan pada langkah penentuan *fuzzy logic relations* (FLR) dengan melibatkan dua atau lebih data historis.

Biasanya untuk melihat ketepatan hasil peramalan terhadap data dilihat dengan menghitung tingkat akurasi atau ukuran ketepatan peramalan. Ada banyak metode yang digunakan untuk menghitung tingkat akurasi atau ukuran ketepatan, misalnya dengan menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Mean Absolute Error* (MAE).

Mean Squared Error (MSE) adalah metode untuk mengevaluasi metode peramalan, dimana masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap-tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. (Pakaja, 2012)

Sedangkan tingkat akurasi dengan menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE) merupakan hasil nilai absolut dari selisih antara nilai peramalan dengan data sebenarnya tanpa menghiraukan tanda positif maupun negatif. (Indriyo dan Najmudin, 2000)

Berdasarkan uraian diatas, untuk meramalkan jumlah penumpang dan kendaraan kapal peneliti menggunakan metode *Fuzzy Time Series* dengan orde tinggi menggunakan data Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Bulan Januari 2015 – September 2017. Orde tinggi sendiri digunakan untuk mendapatkan nilai peramalan dengan tingkat akurasi yang terkecil. Kemudian untuk mengukur ketepatan nilai peramalan terhadap data asli menggunakan metode MSE (*Mean Squared Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), dan MAE (*Mean Absolute Error*).

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini peneliti mengangkat judul “Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Untuk Meramalkan Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal (Studi Kasus: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak)”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi penulis dalam penelitian kali ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana grafik jumlah per tahun dan pola data Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Bulan Januari 2015 – September 2017?
2. Bagaimana ukuran ketepatan nilai peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* Chen terhadap data tersebut menggunakan nilai *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Absolute Error* (MAE)?
3. Bagaimana hasil peramalan Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Bulan Januari 2015 – September 2017 yang dihasilkan untuk periode selanjutnya?

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini tidak meluas, maka dalam laporan ini diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak.
2. Data yang diambil adalah data Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Bulan Januari 2015 – September 2017.
3. Variabel yang digunakan yaitu jumlah penumpang dan jumlah kendaraan.
4. Data diolah dengan menggunakan Ms. Excel dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen.

1.4. Jenis Penelitian dan Metode Analisis

Kategori penelitian yang diambil pada penelitian ini yaitu kategori aplikatif. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode *Fuzzy Time Series* (FTS) Chen dengan mengukur tingkat akurasi hasil peramalan terhadap data asli menggunakan nilai MSE (*Mean Squared Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan *Mean Absolute Error* (MAE).

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui grafik jumlah per tahun dan pola data Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Bulan Januari 2015 – September 2017.
2. Untuk mengetahui ukuran ketepatan nilai peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* Chen terhadap data tersebut menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Absolute Error* (MAE).
3. Untuk mengetahui hasil peramalan dari data Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Bulan Januari 2015 – September 2017 pada periode selanjutnya.

1.6. Manfaat Penelitian

Tugas Akhir ini diharapkan dapat menghasilkan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai salah satu bentuk penerapan ilmu statistika secara langsung, khususnya dalam konteks peramalan atau prediksi data.
2. Sebagai salah satu informasi serta referensi metode yang dapat digunakan dalam meramalkan atau memprediksi suatu data.
3. Sebagai informasi kepada pembaca bahwa penting sekali melakukan peramalan atau prediksi data untuk kedepannya karena dengan peramalan atau prediksi data dapat diketahui bagaimana gambaran data untuk periode yang akan datang.

4. Sebagai bahan pertimbangan perusahaan khususnya PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak dalam merencanakan serta menentukan kebijakan terkait dengan terjadinya masalah penumpukkan penumpang pada periode tertentu. Misalnya kebijakan mengenai penjadwalan keberangkatan kapal atau penambahan armada kapal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Setelah peneliti menelaah beberapa penelitian, terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Penelitian pertama yaitu oleh Putra pada tahun 2017 dengan judul “Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan *Fuzzy Time Series* Model Chen (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang)”. Penelitian ini menggunakan data jumlah penduduk kota Tanjungpinang perbulan dari tahun 2014 – 2016. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara kerja *Fuzzy Time Series* Model Chen dalam memprediksi jumlah penduduk di Kota Tanjungpinang dengan melihat tingkat akurasi berdasarkan nilai *error* terkecil, yang kemudian akan diimplementasikan kedalam sebuah aplikasi berbasis dekstop agar dapat memberikan gambar dari kinerja *Fuzzy Time Series* Model Chen. Pada peramalan ini didapatkan nilai AFER sebesar 0.25%.

Penelitian kedua, penelitian yang dilakukan oleh Elfajar, Setiawan, dan Dewi pada tahun 2017 dengan judul penelitian yaitu “Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series*”. Pada penelitian ini, para peneliti mengimplementasikan *fuzzy time series* chen untuk meramalkan data pengunjung bulanan, adapun data yang digunakan adalah data yang berasal dari Dinas Pariwisata Kota Batu. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa peramalan menggunakan *fuzzy set* berbasis rata-rata didapatkan nilai rata-rata *error* AFER terbaik sebesar 0,0056% dengan menggunakan 60 data latih.

Penelitian ketiga yaitu oleh Fauziah, Wahyuningsih, dan Nasution pada tahun 2016 dengan judul “Peramalan Menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda)”. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan Kota Samarinda (dalam mm) dari bulan Januari 2011 sampai dengan Mei 2016. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh

yaitu, hasil peramalan curah hujan Kota Samarinda pada bulan Juni 2016 berdasarkan data bulan Januari 2011 – Mei 2016 adalah 268 mm, berdasarkan data bulan Januari 2013 – Mei 2016 adalah 287,5 mm, dan berdasarkan data bulan Januari 2014 – Mei 2016 adalah 300 mm. Jumlah sampel terbaik untuk digunakan pada kasus curah hujan Kota Samarinda adalah data pada periode Januari 2014 – Mei 2016 dengan RMSE sebesar 73.68 dan MAE sebesar 53.9.

Penelitian keempat yaitu penelitian yang dilakukan oleh Haris pada tahun 2010 dengan judul penelitian yaitu “Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata untuk Peramalan data Penjualan Bulanan”. Dalam penelitian ini diharapkan bisa diketahui langkah-langkah implementasi metode dalam sistem dan bisa diukur akurasi penggunaan sistem *fuzzy time series* untuk peramalan. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa peramalan data menggunakan *fuzzy time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata memiliki tingkat akurasi dengan menggunakan AFER sebesar 0.37% dan dengan menggunakan MSE sebesar 312.53.

Penelitian kelima yaitu yang dilakukan oleh Boaisha dan Amaitik pada tahun 2010 dengan judul penelitian yaitu *Forecasting Model Based on Fuzzy Time Series Approach*. Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy time series* chen untuk meramalkan data *arabian gulf oil*. Hasil dari penelitian ini didapatkan ukuran ketetapan peramalan dengan menggunakan metode MSE dan FE yaitu sebesar 2.18 dan 31.8.

Penelitian selanjutnya yaitu penelitian oleh Poulsen dengan judul penelitian yaitu *Fuzzy Time Series Forecasting: Developing a new forecasting model based on high order fuzzy time series* pada tahun 2009. Penelitian dilakukan berkaitan dengan pengembangan model peramalan baru berdasarkan *fuzzy time series* orde tinggi.

Keenam penelitian tersebut menggunakan metode yang sama dengan penelitian ini. Tetapi pada penelitian yang dilakukan oleh Haris, interval ditentukan dengan basis rata-rata. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Elfajar, menggunakan *Fuzzy Time Series* dengan *Time Invariant*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Pengertian Transportasi

Transportasi adalah pemindahan manusia atau barang dengan menggunakan wahana yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Banyak ahli telah merumuskan dan mengemukakan pengertian transportasi. Para ahli memiliki pandangannya masing-masing yang mempunyai perbedaan dan persamaan antara yang satu dengan lainnya. (Andriansyah, 2015)

Menurut Miro (2005) transportasi dapat diartikan usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, dimana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu. Sedangkan menurut Nasution (2008) adalah sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan.

Menurut Nasution (2008) terdapat unsur-unsur pengangkutan atau transportasi yaitu meliputi atas:

1. Ada muatan yang diangkut.
2. Tersedia kendaraan sebagai alat angkutannya.
3. Jalanan atau jalur yang dapat dilalui.
4. Tersedianya sumber daya manusia dan organisasi atau manajemen yang menggerakkan kegiatan transportasi tersebut.

3.2. Transportasi Air

Transportasi air adalah jenis transportasi yang termasuk tua. Air sebagai jalan atau prasarana angkutan yang sudah digunakan sejak jaman purba. Pada saat itu tenaga penggerak yang digunakan adalah tenaga manusia, yaitu dengan mendayung. Langkah yang lebih maju dari penggunaan tenaga manusia adalah pemanfaatan tenaga angin dengan menggunakan layar pada kapal. Tetapi pada saat ini kapal sudah tidak lagi menggunakan layar, melainkan menggunakan

tanaga mesin untuk menjalankannya. Sampai sekarang kapal banyak digunakan untuk mengangkut penumpang, barang, atau menangkap ikan. (Purwaka, 1993)

Bagi Indonesia, peranan transportasi air sangat penting karena daerah-daerah yang dipisahkan oleh danau ataupun laut, untuk menghubungkan penduduk antara satu pulau dengan pulau yang lainnya menggunakan angkutan air. (Saputra, 2016)

3.3. Pelabuhan

Pelabuhan adalah tempat berlabuh atau tempat bertambatnya kapal laut atau kendaraan air lainnya untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang, serta merupakan daerah lingkungan kerja kegiatan ekonomi. (Saputra, 2016)

Menurut Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang dan bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Pelabuhan juga berfungsi sebagai indikator untuk merangsang pertumbuhan industri di sekitarnya. Peran pelabuhan dapat digambarkan sebagai berikut (Saputra, 2016) :

- a. Melayani kebutuhan perdagangan baik perdagangan regional dan nasional (antar pulau).
- b. Melayani kebutuhan perdagangan internasional (Impor dan Ekspor).
- c. Menunjang pertumbuhan industri dan perputaran roda perdagangan.
- d. Menyediakan fasilitas transit.
- e. Menunjang perkembangan industri di daerah lingkungan kerja pelabuhan.
- f. Menambah pendapatan asli daerah.

3.4. Statistika Deskriptif

Menurut Furqon (1999) menyatakan bahwa statistika deskriptif bertugas hanya untuk memperoleh gambaran (deskriptif) atau ukuran-ukuran tentang data yang ada di tangan.

Somantri (2006) berpendapat bahwa statistika deskriptif membahas cara-cara pengumpulan data, penyederhanaan angka-angka pengamatan yang diperoleh (meringkas dan menyajikan), serta melakukan pengukuran pemusatan dan penyebaran data untuk memperoleh informasi yang lebih menarik, berguna dan mudah dipahami.

Sedangkan menurut Sugiyono (2004) analisis deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi.

3.5. Peramalan

Pada dasarnya peramalan merupakan proses menyusun informasi tentang kejadian masa lampau yang berurutan untuk menduga kejadian di masa depan (Frechtling, 2001). Menurut Gaspersz (1998) peramalan merupakan aktivitas fungsi bisnis yang memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Peramalan merupakan dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis.

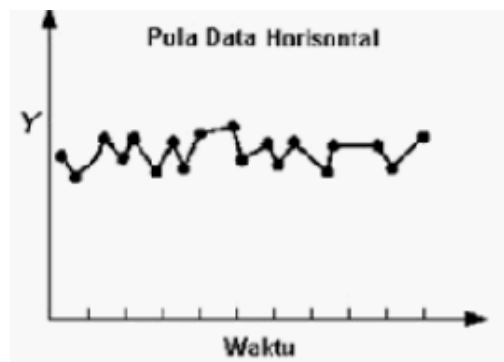
Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi sesuatu yang akan terjadi di masa mendatang. Langkah dalam metode peramalan secara umum yaitu mengumpulkan data, menyeleksi dan memilih data, memilih model peramalan, menggunakan model terpilih untuk melakukan peramalan, evaluasi hasil akhir. (Dewi, 2012)

3.6. Analisis Runtun Waktu

Runtun waktu (*time series*) adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu misalnya harian, mingguan, bulanan, tahunan, dan lain-lain. Analisis runtun waktu merupakan metode peramalan kuantitatif untuk menentukan pola data pada masa lampau yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu. Peramalan suatu data runtun waktu (*time series*) perlu memperhatikan tipe atau pola data. Menurut Makridakis dan Wheelwright (1999) terdapat empat macam pola data runtun waktu antara lain:

1. Pola Data Horizontal

Pola data horizontal terjadi pada saat nilai data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan atau stasioner terhadap nilai rata-ratanya. Berikut ini merupakan gambar dari jenis pola data horizontal.

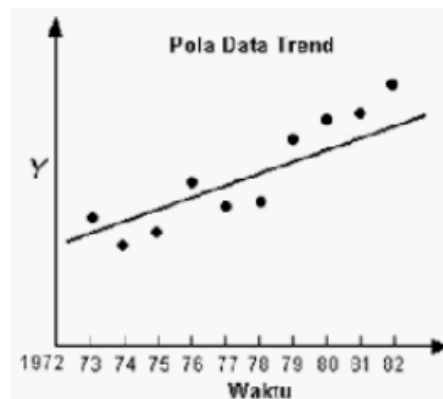


Gambar 3.1 Pola Data Horizontal

(Makridakis dan Wheelwright, 1999)

2. Pola Data Trend

Pola data trend terjadi pada saat terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Berikut ini merupakan gambar dari jenis pola data trend.

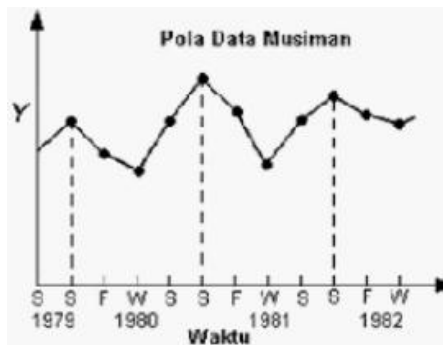


Gambar 3.2 *Pola Data Trend*

(Makridakis dan Wheelwright, 1999)

3. Pola Data Musiman

Pola data musiman terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman, misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu. Berikut ini merupakan gambar dari jenis pola data musiman.

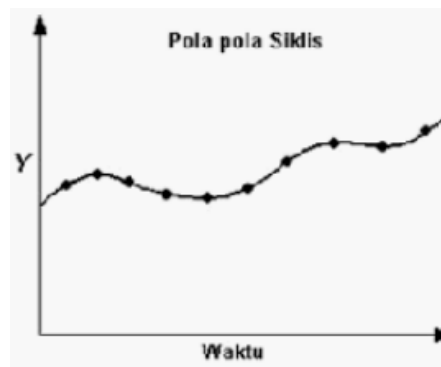


Gambar 3.3 *Pola Data Musiman*

(Makridakis dan Wheelwright, 1999)

4. Pola Data Siklis

Pola data siklis terjadi apabila data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonimo jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Berikut ini merupakan gambar dari jenis pola data siklis.



Gambar 3.4 Pola Data Siklis

(Makridakis dan Wheelwright, 1999)

3.7. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A Zedah dari Universitas California, Berkeley pada tahun 1965. Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. *Fuzzy logic* diperkenalkan sebagai metode perhitungan dengan menggunakan kata dalam rangka untuk menyelesaikan ketidakpastian (*uncertainty*) (Chryshafiadi & Virvou, 2012). Sebuah algoritma yang didasarkan pada *fuzzy decision making* membantu untuk memilih model yang paling optimum dengan mempertimbangkan set kriteria dan spesifikasi model (Shakouri & Menhaj, 2008)

Logika *fuzzy* adalah metode yang dasarnya dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dapat menirukan kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *fuzzy* menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis. (Elfajar dkk, 2017)

3.8. Himpunan Fuzzy

Menurut Susilo (2006), teori himpunan *fuzzy* diperkenalkan oleh Lotfi Asker Zadeh pada tahun 1965. Zadeh memperluas teori mengenai himpunan klasik menjadi himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) sehingga himpunan klasik (*crisp set*) merupakan kejadian khusus dari himpunan *fuzzy*. Kemudian zadeh mendefinisikan himpunan *fuzzy* dengan menggunakan fungsi keanggotaan

(*membership function*) yang nilainya berada pada selang tertutup $[0,1]$. (Brata, 2016)

Pada himpunan klasik (*crisp set*) nilai keanggotaan memiliki dua kemungkinan yaitu 0 dan 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan $\mu_A(x) = 0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A . Demikian juga, apabila x memiliki nilai keanggotaan $\mu_A(x) = 1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A . (Haris, 2010)

Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan dan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar, serta masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu item tidak hanya benar atau salah. (Brata, 2016)

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut yaitu (Haris, 2010):

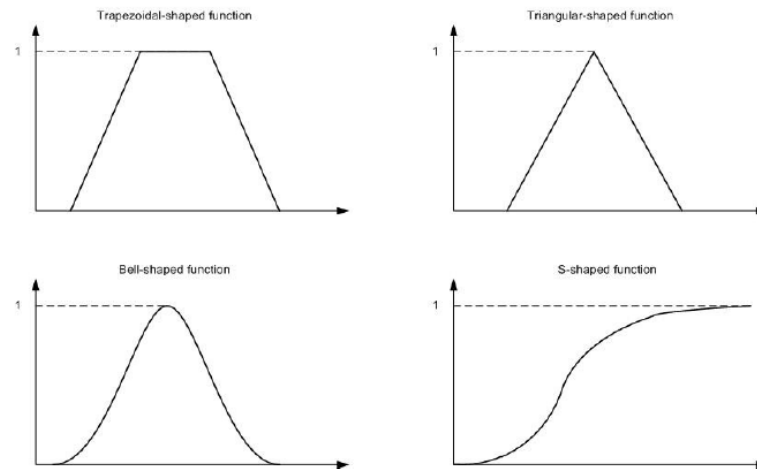
1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Dalam *fuzzy time series* atribut yang digunakan untuk menentukan himpunan *fuzzy* yaitu dengan linguistik.

3.9. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Kusumadewi dan Purnomo (2004) dalam bukunya menjelaskan bahwa fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya atau sering disebut dengan derajat keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) yang biasanya digunakan dalam literatur digambarkan seperti pada gambar berikut ini. (Poulsen, 2009)



Gambar 3.5 Berbagai Bentuk Fungsi Keanggotaan yang Sering Digunakan

Untuk pembentukan fungsi keanggotaan dengan menggunakan bentuk *tringular* (segitiga) dapat didefinisikan dengan rumus berikut ini (Boaisha dan Amaitik, 2010):

$A_i = \sum_{j=1}^n \frac{\mu_{ij}}{u_j}$, dimana μ_{ij} merupakan derajat kenggotaan dari u_j terhadap A_i yang didefinisikan sebagai berikut (Boaisha dan Amaitik, 2010):

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ 0.5 & j = i - 1 \text{ atau } i + 1 \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (3.1)$$

3.10. Fuzzy Time Series

Fuzzy time series merupakan suatu metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series* dapat menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. (Ujianto dan Irawan, 2015)

Konsep *fuzzy* dasar dikembangkan oleh L. Zadeh yang kemudian dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 (Putra, 2017). Proses peramalan dengan menggunakan metode ini tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit, sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan. (Brata, 2016)

Menurut Song dan Chissom (1994), definisi *fuzzy time series* dapat digambarkan sebagai berikut:

[Langkah 1] Pembentukan himpunan semesta (U).

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (3.2)$$

dengan,

D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta yang ditentukan oleh peneliti. D_{min} adalah data terkecil dari data historis dan D_{max} adalah data terbesar dari data historis.

[Langkah 2] Pembentukan interval.

Membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Untuk mengetahui banyak interval dapat mempergunakan rumus Sturges sebagai berikut:

$$jumlah\ interval = 1 + 3,322 \log(n) \quad (3.3)$$

dengan,

n : jumlah data observasi.

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U)

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (3.4)$$

dengan,

U : himpunan semesta

u_j : besarnya jarak pada U , untuk $j = 1, 2, \dots, n$.

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continuum*) dari derajat keanggotaan (*grad of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ yang mana u_i adalah *nilai* yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (3.5)$$

μ_{A_i} adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set* A_i , sedemikian hingga $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$. Jika u_j adalah keanggotaan dari A_i , maka $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan u_j terhadap A_i . (Brata, 2016)

3.11. Fuzzy Time Series Model Chen

Chen (1996) mengembangkan *fuzzy time series* berdasarkan Song & Chissom (1994) dengan operasi sederhana, mengandung operasi matriks yang kompleks, dan memiliki pembobot yang sama besar. Langkah-langkah peramalan menggunakan *time series* Chen adalah sebagai berikut:

[Langkah 1] Pembentukan himpunan semesta (U).

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (3.6)$$

dengan D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta yang ditentukan oleh peneliti. D_{min} adalah data terkecil dari data historis dan D_{max} adalah data terbesar dari data historis.

[Langkah 2] Pembentukan interval.

Untuk mengetahui banyak interval dapat mempergunakan rumus Sturges sebagai berikut.

$$jumlah\ interval = 1 + 3,322 \log(n) \quad (3.7)$$

dengan,

n : jumlah data observasi.

Setelah jumlah interval didapat, maka selanjutnya menentukan panjang interval dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$panjang\ interval = \frac{D_{max} - D_{min}}{jumlah\ interval} \quad (3.8)$$

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U)

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (3.9)$$

dengan,

U : himpunan semesta

u_j : besarnya jarak pada U , untuk $j = 1, 2, \dots, n$.

[Langkah 3] Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continuum*) dari derajat keanggotaan (*grad of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$

yang mana u_i adalah nilai yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (3.10)$$

μ_{A_i} adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set* A_i , sedemikian hingga $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$. Jika u_j adalah keanggotaan dari A_i , maka $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan u_j terhadap A_i .

[Langkah 4] Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Menentukan FLR dan membuat grup sesuai dengan waktu. FLR $A_i \rightarrow A_j$ ditentukan berdasarkan nilai A_i yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya, dimana A_i adalah tahun n dan A_j tahun $n+1$ pada data *time series*. Misalnya jika FLR berbentuk $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_1$, maka FLRG terbaik yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$

[Langkah 5] Peramalan

Jika $F(t-1) = A_i$, maka nilai peramalan harus sesuai dengan beberapa aturan berikut yang meliputi:

- I. Jika FLR dari A_i tidak ada ($A_i \rightarrow \#$), maka $F(t) = A_i$
- II. Jika hanya terdapat satu FLR $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t) = A_j$
- III. Jika ($A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$) maka $F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$

[Langkah 6] Defuzzifikasi

Misalkan $F(t) = A_1, A_2, \dots, A_n$, maka persamaan untuk mencari nilai peramalan akhir adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{k} \quad (3.11)$$

dengan, $\hat{y}(t)$ merupakan defuzzifikasi dan m_i adalah nilai tengah dari A_i .

3.12. Penerapan Fuzzy Time Series Orde Tinggi

Fuzzy time series orde tinggi pertama kali di perkenalkan oleh Chen pada tahun 2002 dengan konsep n -orde (n -order concept). Pada penerapan *fuzzy time series* orde tinggi, langkah-langkah perhitungan identik dengan *Fuzzy Time Series* Chen yang telah dijelaskan pada sub bab 3.11., yang membedakan orde tinggi

yaitu dalam menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR). Pada penentuan FLR untuk orde tinggi melibatkan 2 (dua) atau lebih data historis yang disimbolkan dengan $(F(t - n), \dots, F(t - 2), F(t - 1))$. Sebagai contoh untuk orde dua perlu melibatkan sebanyak 2 data historis pada penentuan FLR yaitu $F(t - 2), F(t - 1)$ sehingga terbentuk FLRG menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan $F(t - 2)$ dan $F(t - 1)$ (Chen, 2002). Misal jika $F(t - 2) = A_i$, $F(t - 1) = A_j$, dan $F(t) = A_k$, maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i, A_j \rightarrow A_k$ yang merupakan penulisan FLR pada orde dua.

3.13. Ukuran Ketepatan Peramalan

Metode peramalan bertujuan untuk menghasilkan ramalan optimum yang tidak memiliki tingkat kesalahan besar. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati nilai aktual.

3.13.1. Mean Squared Error (MSE)

Arsyad (2001) menyimpulkan bahwa *means square error* (MSE) merupakan metode alternatif dalam mengevaluasi suatu teknik peramalan. Semakin kecil nilai MSE maka semakin kecil pula nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan. MSE dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (3.12)$$

Keterangan:

y_t = nilai sebenarnya pada periode t

n = jumlah sampel

$\hat{y}_t$ = nilai peramalan pada periode ke-t

3.13.2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Metode ini melakukan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Perbedaan tersebut diabsolutkan, kemudian dihitung ke dalam bentuk persentase terhadap data asli. Hasil persentase tersebut kemudian didapatkan nilai *mean*-nya.

Dalam fase peramalan, menggunakan MSE sebagai suatu ukuran ketepatan juga dapat menimbulkan masalah (Makridakis and Wheelwright,

1999). Ukuran ini tidak memudahkan perbandingan antar deret berkala yang berbeda dan untuk selang waktu yang berlainan, karena MSE merupakan ukuran absolut. Lagi pula, interpretasinya tidak bersifat intuitif bahkan untuk para spesialis sekalipun, karena ukuran ini menyangkut penguadratan sederetan nilai.

Alasan yang telah disebutkan di atas dalam hubungan dengan keterbatasan MSE sebagai suatu ukuran ketepatan peramalan, maka diusulkan ukuran-ukuran alternatif, yang diantaranya menyangkut galat persentase. (Makridakis and Wheelwright, 1999).

$$PE_t = \left(\frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right) \times 100 \quad (3.13)$$

Nilai Tengah Galat Persentase Absolut (Mean Absolute Percentage Error)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \quad (3.14)$$

Keterangan:

y_t = nilai sebenarnya pada periode ke- t

n = jumlah sampel

$\hat{y}_t$ = nilai peramalan pada periode ke- t

3.13.3. Mean Absolute Error (MAE)

Metode *Mean Absolute Error* (MAE) digunakan untuk mengetahui besarnya kesalahan yang terjadi pada data dari hasil peramalan terhadap data aktual dengan merata-ratakan absolut dari kesalahan meramal tanpa menghiraukan tanda positif atau negatif. Berikut merupakan persamaan tentang cara perhitungan dengan metode MAE. (Indriyo dan Najmudin, 2000)

$$MAE = \frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{n} \quad (3.15)$$

Keterangan:

y_t = nilai sebenarnya pada periode ke- t

n = jumlah data *time series*

$\hat{y}_t$ = nilai peramalan pada periode ke- t

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh jumlah penumpang dan kendaraan kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak. Sedangkan sampelnya adalah jumlah penumpang dan kendaraan kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak pada Januari 2015 – September 2017.

4.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan yaitu analisis deskriptif dan metode *fuzzy time series chen*. Analisis deskriptif sendiri digunakan untuk mengetahui gambaran dari data yang akan di teliti. Kemudian metode *fuzzy time series chen* digunakan untuk meramalkan atau memprediksi data jumlah penumpang dan kendaraan kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak Januari 2015 – September 2017 pada periode selanjutnya. Untuk mengukur ketepatan peramalan menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Absolute Error* (MAE).

4.3. Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini merupakan variabel independen (bebas) yaitu meliputi variabel jumlah penumpang dan variabel jumlah kendaraan. Berikut uraian dari variabel yang digunakan.

Tabel 4.1 Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Definisi	Satuan
1	Jumlah penumpang	Jumlah penumpang yang menggunakan jasa pelabuhan dan penyeberangan PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak	Orang
2	Jumlah Kendaraan	Jumlah kendaraan golongan I, golongan II, golongan III, golongan IV A, golongan IV B, golongan V A, golongan V B, golongan	Kendaraan

		VI A, golongan VI B, golongan VII, golongan VIII, dan golongan IX yang menggunakan jasa pelabuhan dan penyeberangan PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak	
--	--	--	--

4.4. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak. Data ini merupakan data produksi dari PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak yang bergerak pada jasa pelabuhan dan penyeberangan.

4.5. Alat dan Cara Organisasi Data

Alat pengolahan data yang digunakan dalam penelitian yaitu dengan menggunakan Microsoft Excel. Microsoft Excel digunakan untuk melakukan analisis deskriptif pada data dan melakukan peramalan data pada periode selanjutnya dengan menggunakan metode *fuzzy time series chen*. Kemudian dilakukan penerapan *fuzzy time series chen* dengan langkah-langkah berikut ini.

1. Pembentukan himpunan semesta

Pada langkah ini himpunan semesta dibentuk dengan lambang U dengan definisi $[D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$, dimana D_{min} merupakan nilai minimum dan D_{max} merupakan nilai maksimum. Nilai D_1 dan D_2 merupakan nilai positif yang ditentukan oleh peneliti.

2. Pembentukan interval

Menentukan jumlah interval menggunakan rumus Sturges. Setelah jumlah interval didapat, maka selanjutnya mencari panjang interval. Sehingga dapat terbentuk interval-interval dari himpunan semesta (U).

$$\text{jumlah interval} = 1 + 3.322 \log(n) \quad (4.1)$$

$$\text{panjang interval} = \frac{D_{max} - D_{min}}{\text{jumlah interval}} \quad (4.2)$$

Himpunan *fuzzy* ditentukan dengan tujuan untuk menyederhanakan. Nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* yaitu berada diantara 0, 0.5, 1.

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (4.3)$$

3. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Menentukan FLR dan membuat grup (FLRG) sesuai dengan waktu. Untuk orde satu FLR ditulis $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i adalah $F(t-1)$ dan A_j adalah $F(t)$ pada data *time series*. Kemudian untuk orde tinggi, misal jika $F(t-2) = A_i$, $F(t-1) = A_j$, dan $F(t) = A_k$, maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i, A_j \rightarrow A_k$ yang merupakan penulisan FLR pada orde dua. Jika $F(t-3) = A_i$, $F(t-2) = A_j$, $F(t-1) = A_k$, dan $F(t) = A_l$, maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i, A_j, A_k \rightarrow A_l$ yang merupakan penulisan FLR pada orde tiga. Dari hasil FLR dapat dibentuk FLRG.

4. Peramalan

Nilai ramalan harus sesuai dengan beberapa aturan yang ada. Setelah sesuai, selanjutnya menghitung nilai ramalan akhir yang disimbolkan dengan $\hat{y}(t)$.

5. Ukuran ketepatan peramalan

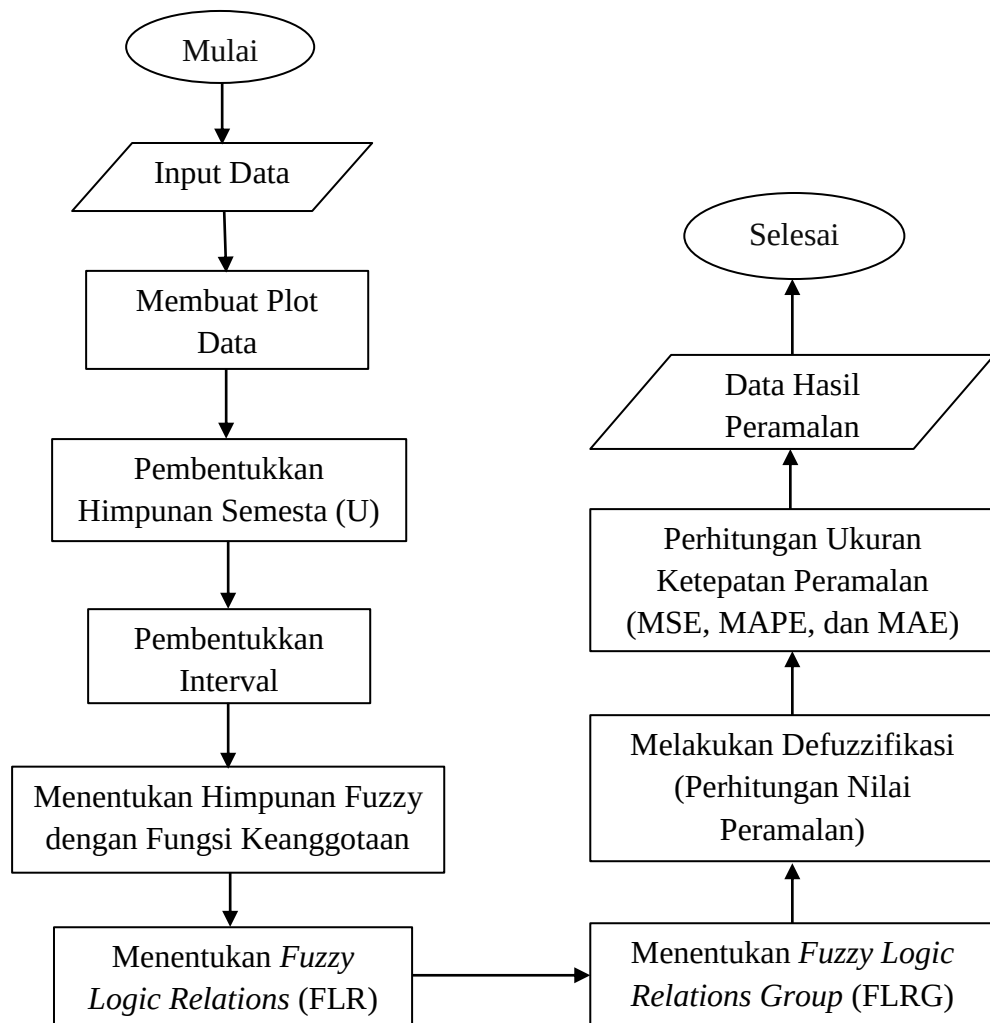
Untuk melihat ukuran ketepatan peramalan atau tingkat kesalahan peramalan, peneliti menggunakan perhitungan dengan metode *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Mean Absolute Error* (MAE).

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (4.4)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\% \quad (4.5)$$

$$MAE = \frac{\sum |X_t - F_t|}{n} \quad (4.6)$$

4.6. Diagram Alir



Gambar 4. 1 Diagram Alir Fuzzy Time Series Chen

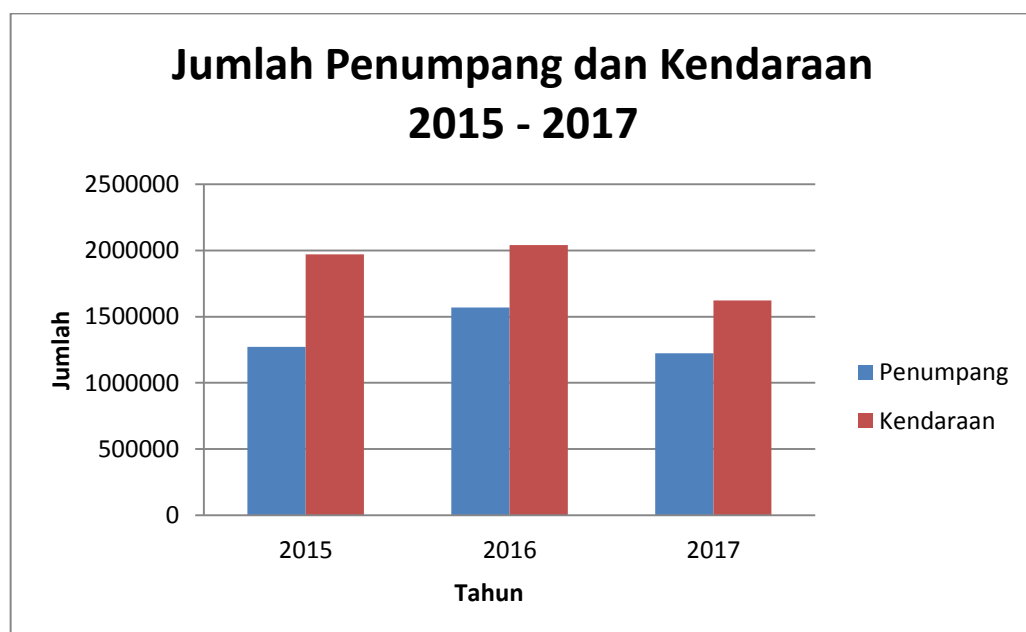
BAB V

PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil analisis dari data Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Merak dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen*. Metode ini digunakan untuk meramalkan data tersebut pada periode selanjutnya. Data yang digunakan merupakan data historis dari bulan Januari 2015 sampai dengan bulan September 2017.

5.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif statistik dilakukan untuk melihat grafik, pola data yang terbentuk dari data jumlah penumpang dan jumlah kendaraan pada bulan Januari 2015 sampai dengan September 2017, serta untuk mengetahui rata-rata jumlah penumpang dan jumlah kendaraan setiap bulannya. Berikut hasil analisis.



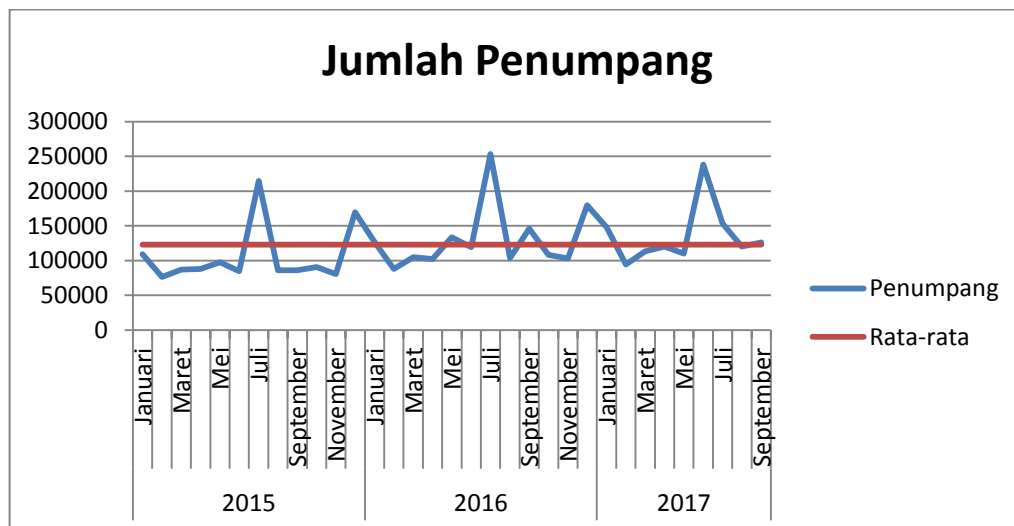
Gambar 5.1 Grafik Jumlah Penumpang dan Kendaraan

Gambar 5.1 merupakan grafik dari jumlah data jumlah penumpang dan jumlah kendaraan per tahun dari tahun 2015 – 2017. Jumlah penumpang dan jumlah kendaraan tertinggi yaitu pada tahun 2016. Pada tahun 2016 jumlah

penumpang yang menggunakan jasa penyeberangan yaitu sebesar 1569240 orang dan jumlah kendaraan yaitu sebesar 2041074 kendaraan.

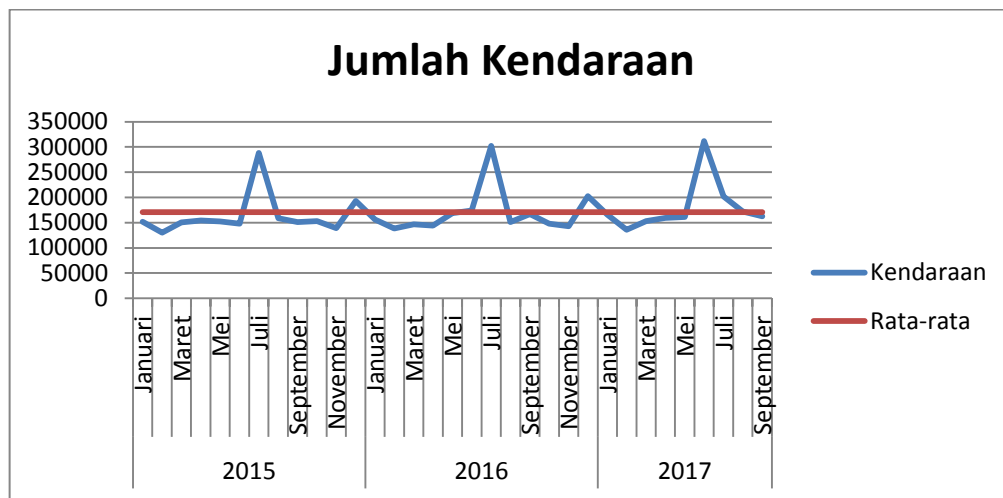
Kemudian jumlah penumpang dan jumlah kendaraan terendah yaitu pada tahun 2017 dengan jumlah penumpang sebesar 1223181 orang dan jumlah kendaraan sebesar 1623380 kendaraan.

Untuk melihat pola data dari masing-masing variabel pada jumlah penumpang dan jumlah kendaraan digunakan plot. Berikut merupakan hasil plot dari variabel jumlah penumpang dan variabel jumlah kendaraan pada Januari 2015 – September 2017.



Gambar 5.2 Plot Data Jumlah Penumpang

Berdasarkan **Gambar 5.2** dapat diketahui bahwa jumlah penumpang mengalami kenaikan dalam setahun dua kali yaitu pada bulan Juli di tahun 2015 dan 2016, bulan Juni di tahun 2017, serta pada bulan Desember untuk setiap tahunnya. Kenaikan tertinggi terjadi pada bulan Juli di tahun 2016 yaitu sebesar 253453 penumpang. Rata-rata jumlah penumpang dari Januari 2015 sampai dengan September 2017 yaitu sebanyak 123126 orang.



Gambar 5.3 *Plot Data Jumlah Kendaraan*

Berdasarkan **Gambar 5.3** dapat diketahui bahwa jumlah kendaraan mengalami kenaikan dalam setahun dua kali sama seperti jumlah penumpang yaitu pada bulan Juli di tahun 2015 dan 2016, bulan Juni di tahun 2017, serta pada bulan Desember untuk setiap tahunnya. Kenaikan tertinggi terjadi pada bulan Juni di tahun 2017 yaitu sebesar 311884 kendaraan. Rata-rata jumlah penumpang dari Januari 2015 sampai dengan September 2017 yaitu sebanyak 170718 kendaraan.

Pada **Gambar 5.2** dan **Gambar 5.3**, pola yang terbentuk dari data tersebut adalah pola data musiman karena pada periode tertentu disetiap tahunnya mengalami kenaikan. Terjadinya kenaikan jumlah penumpang dan jumlah kendaraan pada bulan Juni dan Juli disebabkan karena bertepatan dengan libur Hari Raya Idul Fitri. Sedangkan pada bulan Desember terjadi karena bertepatan dengan libur akhir tahun.

5.2. *Fuzzy Time Series Chen*

Penerapan metode *fuzzy time series* chen dalam penelitian ini menggunakan data jumlah penumpang dan kendaraan kapal dan variabel yang digunakan ada dua yaitu jumlah penumpang dan jumlah kendaraan dengan langkah sebagai berikut.

1. Pembentukan Himpunan Semesta (U)

Pada langkah ini himpunan semesta dibentuk dengan lambang U dengan definisi $[D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$, dimana D_{min} merupakan nilai minimum dan

D_{max} merupakan nilai maksimum. Nilai D_1 dan D_2 merupakan nilai positif yang ditentukan oleh peneliti.

- Variabel jumlah penumpang

Berdasarkan data jumlah penumpang didapatkan data minimum sebesar 76372 penumpang dan data maksimum sebesar 253453 penumpang. Kemudian untuk nilai D_1 dan D_2 peneliti menetapkan nilai masing-masing sebesar 2. Sehingga himpunan semesta yang dihasilkan yaitu:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\ &= [76372 - 2; 253453 + 2] \\ &= [76370; 253455] \end{aligned}$$

- Variabel jumlah kendaraan

Berdasarkan data jumlah kendaraan didapatkan data minimum sebesar 130017 kendaraan dan data maksimum sebesar 311884 kendaraan. Kemudian untuk nilai D_1 dan D_2 peneliti menetapkan nilai masing-masing sebesar 17 dan 16. Sehingga himpunan semesta yang dihasilkan yaitu:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\ &= [130017 - 17; 311884 + 16] \\ &= [130000; 311900] \end{aligned}$$

2. Pembentukan Interval

Untuk membentuk interval terlebih dahulu menentukan jumlah kelas interval dan panjang interval. Kemudian interval-interval dapat terbentuk. Jumlah interval pada setiap variabel sama, karena banyaknya data pada setiap variabel sama yaitu sebanyak 33 data.

$$\begin{aligned} \text{jumlah interval} &= 1 + 3.322 \log(n) \\ &= 1 + 3.322 \log(33) = 6.0445, \text{ dibulatkan } 7 \end{aligned}$$

- Variabel jumlah penumpang

Selanjutnya penentuan panjang interval untuk variabel jumlah penumpang dengan data minimum sebesar 76370 penumpang dan data maksimum sebesar 253455 penumpang, serta jumlah kelas interval sebanyak 7. Berikut perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 \text{panjang interval} &= \frac{D_{\max} - D_{\min}}{\text{jumlah interval}} \\
 &= \frac{253455 - 76370}{7} \\
 &= 25297.85714
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan jumlah kelas interval sebesar 7 dan panjang interval sebesar 25297.85714 maka menghasilkan nilai u_1 sampai dengan u_7 yang merupakan interval-interval dari himpunan semesta (U) dengan nilai tengah (m) seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 5.1 Interval dari Himpunan Semesta (U) Jumlah Penumpang

No	Interval	Nilai Tengah (m)
1	$u_1 = [76370; 101667.8571]$	$m_1 = 89018.92857$
2	$u_2 = [101667.8571; 126965.7143]$	$m_2 = 114316.92857$
3	$u_3 = [126965.7143; 152263.5714]$	$m_3 = 139614.6429$
4	$u_4 = [152263.5714; 177561.4286]$	$m_4 = 164912.5$
5	$u_5 = [177561.4286; 202859.2857]$	$m_5 = 190210.3571$
6	$u_6 = [202859.2857; 228157.1429]$	$m_6 = 215508.2143$
7	$u_7 = [228157.1429; 253455]$	$m_7 = 240806.0714$

- Variabel jumlah kendaraan

Penentuan panjang interval untuk variabel jumlah kendaraan dengan data minimum sebesar 130000 kendaraan dan data maksimum sebesar 311900 kendaraan, serta jumlah kelas interval sebanyak 7. Berikut perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 \text{panjang interval} &= \frac{D_{\max} - D_{\min}}{\text{jumlah interval}} \\
 &= \frac{311900 - 130000}{7} \\
 &= 25985.71429
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan jumlah kelas interval sebesar 7 dan panjang interval sebesar 25985.71429 maka menghasilkan nilai u_1 sampai dengan u_7 yang merupakan interval-interval dari himpunan semesta (U) dengan nilai tengah (m) seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 5.2 Interval dari Himpunan Semesta (U) Jumlah Kendaraan

No	Interval	Nilai Tengah (m)
1	$u_1 = [130000; 155985.7143]$	$m_1 = 142992.8571$
2	$u_2 = [155985.7143; 181971.4286]$	$m_2 = 168978.5714$
3	$u_3 = [181971.4286; 207957.1429]$	$m_3 = 194964.2857$
4	$u_4 = [207957.1429; 233942.8571]$	$m_4 = 220950$
5	$u_5 = [233942.8571; 259928.5714]$	$m_5 = 246935.7143$
6	$u_6 = [259.928,5714; 285.914,2857]$	$m_6 = 272.921,4286$
7	$u_7 = [285.914,2857; 311.900]$	$m_7 = 298.907,1429$

3. Menentukan Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy (fuzzy set) A_i ditentukan sebanyak interval yang telah ditentukan sebelumnya yaitu sebanyak 7 kelas interval. Nilai keanggotaan himpunan fuzzy (fuzzy set) A_i berada diantara 0, 0.5, 1 dimana $1 \leq i \leq 7$, dimana 7 merupakan jumlah interval. Jumlah interval untuk variabel jumlah penumpang dan variabel jumlah kendaraan adalah sama.

Pembentukan himpunan fuzzy (fuzzy set) variabel jumlah penumpang dan variabel jumlah kendaraan. Kedua variabel tersebut menghasilkan himpunan fuzzy (fuzzy set) yang sama. Definisi dari setiap himpunan fuzzy (fuzzy set) A_i dituliskan sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\} \\
 A_2 &= \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\} \\
 A_3 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\} \\
 A_4 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\} \\
 A_5 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\} \\
 A_6 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{1}{u_6} + \frac{0,5}{u_7} \right\}
 \end{aligned}$$

$$A_7 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} + \frac{1}{u_7} \right\}$$

Berdasarkan definisi dari setiap himpunan *fuzzy (fuzzy set)* A_i diatas dapat diketahui pada A_7 memiliki definisi yaitu derajat keanggotaan u_1, u_2, u_3, u_4 dan u_5 terhadap A_7 bernilai 0, derajat keanggotaan u_6 terhadap A_7 bernilai 0.5, serta derajat keanggotaan u_7 terhadap A_7 bernilai 1.

Tahap selanjutnya adalah melakukan fuzzifikasi berdasarkan interval efektif yang diperoleh dapat ditentukan nilai linguistik sesuai dengan banyaknya interval yang terbentuk. Hasil fuzzifikasi *data* jumlah penumpang dan kendaraan kapal yang dinotasikan ke dalam bilangan linguistik yaitu sebagai berikut.

Tabel 5.3 Fuzzifikasi Jumlah Penumpang

No	Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	Fuzzifikasi
1	2015	Januari	109310	A_2
2		Februari	76372	A_1
3		Maret	87027	A_1
4		April	88034	A_1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	2017	Juli	237968	A_7
31		Juni	153476	A_4
32		Agustus	120256	A_2
33		September	126133	A_2

Tabel 5. 4 Fuzzifikasi Jumlah Kendaraan

No	Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	Fuzzifikasi
1	2015	Januari	151758	A_1
2		Februari	130017	A_1
3		Maret	150617	A_1
4		April	154237	A_1

No	Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	Fuzzifikasi
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	2017	Juli	311884	A_7
31		Juni	202192	A_3
32		Agustus	171798	A_2
33		September	162389	A_2

4. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Menentukan FLR dengan memperhatikan *fuzzy* A_i dari bulan kebulan untuk $1 \leq i \leq 7$. FLR dapat ditulis $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i adalah himpunan sisi kiri atau pengamatan sebelumnya ($F(t-1)$) dan A_j adalah himpunan sisi kanan atau pengamatan sesudah data sebelumnya ($F(t)$) pada data *time series*. Berikut merupakan hasil FLR untuk variabel jumlah penumpang dan jumlah kendaraan.

Tabel 5.5 *FLR Jumlah Penumpang*

Periode	2015	2016	2017
Januari		$A_4 \rightarrow A_2$	$A_5 \rightarrow A_3$
Februari	$A_2 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_1$	$A_3 \rightarrow A_1$
Maret	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$
April	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_2$
Mei	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_3$	$A_2 \rightarrow A_2$
Juni	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_3 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_7$
Juli	$A_1 \rightarrow A_6$	$A_2 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_4$
Agustus	$A_6 \rightarrow A_1$	$A_7 \rightarrow A_2$	$A_4 \rightarrow A_2$
September	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_3$	$A_2 \rightarrow A_2$
Oktober	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_3 \rightarrow A_2$	
November	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_2$	
Desember	$A_1 \rightarrow A_4$	$A_2 \rightarrow A_5$	

Tabel 5.6 FLR Jumlah Kendaraan

Periode	2015	2016	2017
Januari		$A_3 \rightarrow A_1$	$A_3 \rightarrow A_2$
Februari	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_1$
Maret	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
April	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$
Mei	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
Juni	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_7$
Juli	$A_1 \rightarrow A_7$	$A_2 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_3$
Agustus	$A_7 \rightarrow A_2$	$A_7 \rightarrow A_1$	$A_3 \rightarrow A_2$
September	$A_2 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
Oktober	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_2 \rightarrow A_1$	
November	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	
Desember	$A_1 \rightarrow A_3$	$A_1 \rightarrow A_3$	

5. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Berdasarkan hasil *fuzzy logic relations* (FLR) dapat dibentuk *fuzzy logic relations group* (FLRG) dengan cara mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri ($F(t-1)$) yang sama. Berikut merupakan hasil pengelompokkan atau FLRG yang didapatkan berdasarkan hasil FLR untuk variabel jumlah penumpang dan variabel jumlah kendaraan.

Tabel 5.7 FLRG Jumlah Penumpang

Grup 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_4, A_6$
Grup 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_5, A_7$
Grup 3	$A_3 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 4	$A_4 \rightarrow A_2$
Grup 5	$A_5 \rightarrow A_3$
Grup 6	$A_6 \rightarrow A_1$
Grup 7	$A_7 \rightarrow A_2, A_4$

Tabel 5.8 FLRG Jumlah Kendaraan

Grup 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_7$
Grup 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_7$
Grup 3	$A_3 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 4	$A_7 \rightarrow A_1, A_2, A_3$

6. Peramalan

Setelah *fuzzy logic relations group* (FLRG) didapatkan, maka selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi serta dilakukan perhitungan nilai peramalan menggunakan *fuzzy time series* chen. Misalnya pada grup 1 mengandung *fuzzy relationship group* A_1, A_3, A_4 sehingga pada A_1 menggunakan nilai tengah dari u_1 (m_1), A_3 menggunakan nilai tengah dari u_3 (m_3), dan A_4 menggunakan nilai tengah dari u_4 (m_4). Kemudian ketiga nilai tengah tersebut dihitung rata-ratanya atau ditulis dengan $F(t) = \frac{m_1 + m_3 + m_4}{3}$.

- Variabel jumlah penumpang

Pada pembentukan FLRG yang dilakukan sebelumnya, didapatkan kelompok yang terbentuk untuk variabel jumlah penumpang yaitu sebanyak 7 kelompok. Hasil perhitungan nilai peramalan dari masing-masing kelompok atau grup berikut dengan rumus perhitungannya didapatkan antara lain sebagai berikut.

Tabel 5. 9 Defuzzifikasi Jumlah Penumpang

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_4, A_6$	$\frac{m_1 + m_2 + m_4 + m_6}{4}$	145939.1
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_5, A_7$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_5 + m_7}{5}$	154793.4
3	$A_3 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	101667.9
4	$A_4 \rightarrow A_2$	m_2	114316.8
5	$A_5 \rightarrow A_3$	m_3	139614.6

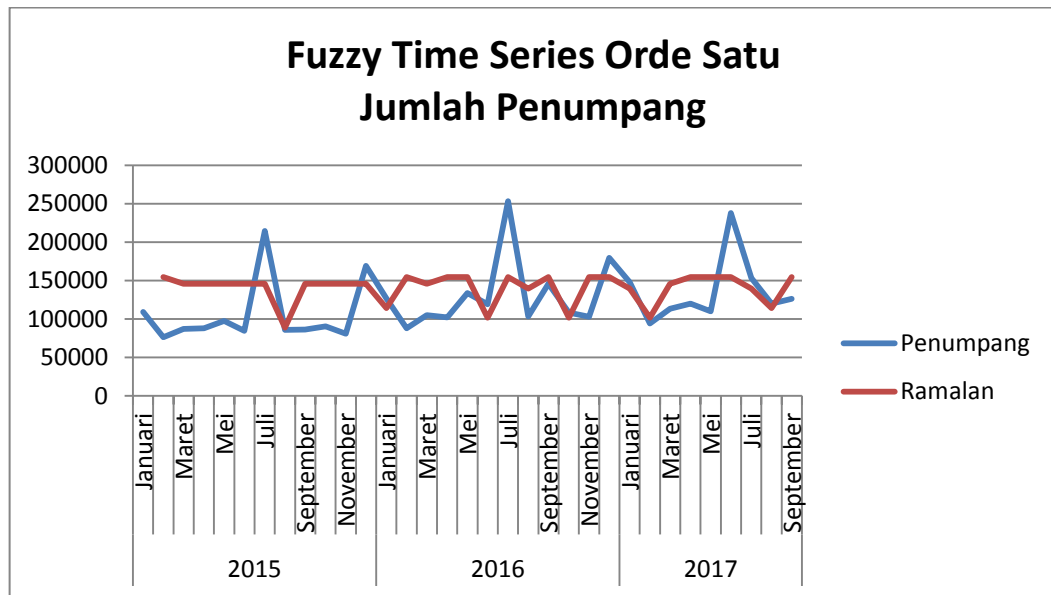
Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
6	$A_6 \rightarrow A_1$	m_1	89018.93
7	$A_7 \rightarrow A_2, A_4$	$\frac{m_2 + m_4}{2}$	139614.6

Nilai peramalan akhir untuk data untuk variabel jumlah penumpang pada Januari 2015 sampai dengan September 2017 ditunjukkan pada **Tabel 5.10** berikut ini.

Tabel 5.10 Hasil Nilai Peramalan Jumlah Penumpang

No	Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	Nilai Peramalan
1	2015	Januari	109310	
2		Februari	76372	154793.4
3		Maret	87027	145939.1
4		April	88034	145939.1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	2017	Juli	237968	154793.4
31		Juni	153476	139614.6
32		Agustus	120256	114316.8
33		September	126133	154793.4

Berdasarkan hasil peramalan jumlah penumpang untuk periode Januari 2015 sampai dengan September 2017 dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data asli dengan pola data peramalan.



Gambar 5.4 Plot Fuzzy Time Series Orde Satu Jumlah Penumpang

Pada **Gambar 5.4** dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan *fuzzy time series* chen orde satu tidak memiliki pola yang sama dengan plot data asli jumlah penumpang. Plot data hasil peramalan ditunjukkan dengan garis berwarna merah dan plot data asli jumlah penumpang ditunjukkan dengan garis berwarna biru.

- Variabel jumlah kendaraan

Pada pembentukan FLRG yang dilakukan sebelumnya, didapatkan kelompok yang terbentuk untuk variabel jumlah kendaraan yaitu sebanyak 7 kelompok. Hasil perhitungan nilai peramalan dari masing-masing kelompok atau grup berikut dengan rumus perhitungannya didapatkan antara lain sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Defuzzifikasi Jumlah Kendaraan

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_7$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_7}{4}$	201460.7
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_7$	$\frac{m_1 + m_2 + m_7}{3}$	203626.2
3	$A_3 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	155985.7

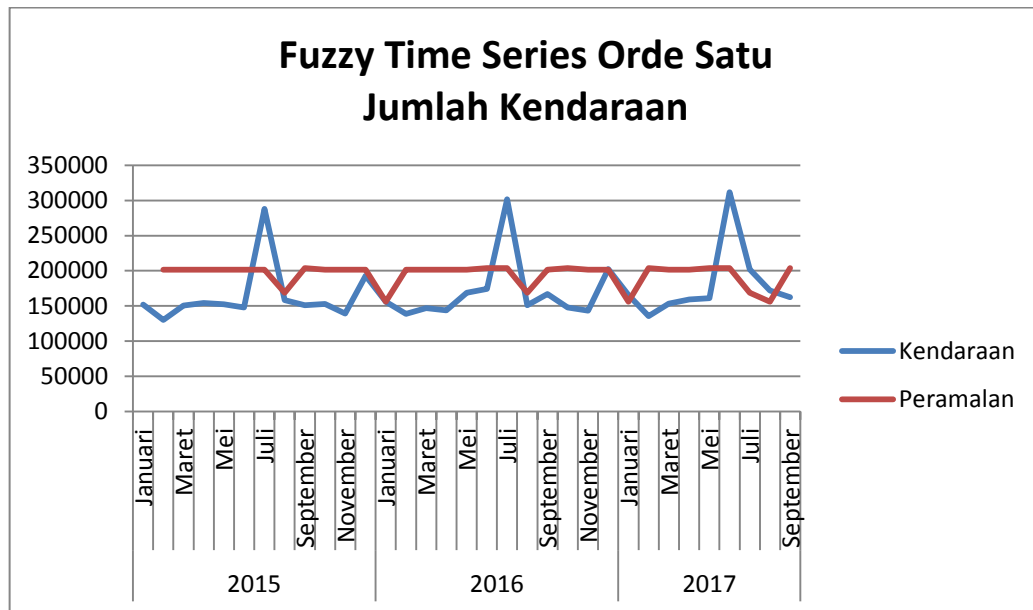
Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
4	$A_7 \rightarrow A_1, A_2, A_3$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}$	168978.6

Nilai peramalan akhir untuk data jumlah kendaraan pada Januari 2015 sampai dengan September 2017 ditunjukkan pada **Tabel 5.12** berikut ini.

Tabel 5.12 Hasil Nilai Peramalan Jumlah Kendaraan

No	Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan
1	2015	Januari	151758	
2		Februari	130017	201460.7
3		Maret	150617	201460.7
4		April	154237	201460.7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	2017	Juli	311884	203626.2
31		Juni	202192	168978.6
32		Agustus	171798	155985.7
33		September	162389	203626.2

Berdasarkan hasil peramalan jumlah kendaraan untuk periode Januari 2015 sampai dengan September 2017 dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data asli dengan pola data peramalan.



Gambar 5.5 Plot Fuzzy Time Series Orde Satu Jumlah Kendaraan

Pada Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan *fuzzy time series* chen orde satu tidak memiliki pola yang sama dengan plot data asli jumlah kendaraan. Plot data hasil peramalan ditunjukkan dengan garis berwarna merah dan plot data asli jumlah kendaraan ditunjukkan dengan garis berwarna biru.

5.3. Penerapan *Fuzzy Time Series* Orde Tinggi

Pada penerapan *fuzzy time series* orde tinggi melibatkan dua atau lebih data historis. Untuk pembentukan himpunan semesta dan pembentukan interval langkahnya sama seperti pada orde satu, yang membedakan langkahnya yaitu dimulai dari penentuan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

5.3.1 Orde Dua

Pada orde dua melibatkan dua data historis sehingga pada pembentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) ditulis menjadi $F_{(t-2)}, F_{(t-1)} \rightarrow F_t$. Kemudian terbentuk *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan $F_{(t-2)}$ dan $F_{(t-1)}$. Misal jika $F(t-2) = A_i$, $F(t-1) = A_j$, dan $F(t) = A_k$, maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i, A_j \rightarrow A_k$.

1. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Berdasarkan hasil fuzzifikasi seperti pada **Tabel 5.3** dapat ditentukan FLR dengan melibatkan dua data historis yaitu $F_{(t-2)}$ dan $F_{(t-1)}$. Berikut ini adalah hasil fuzzifikasi untuk variabel jumlah penumpang dan variabel jumlah kendaraan.

Tabel 5.13 *FLR Orde Dua Jumlah Penumpang*

Periode	2015	2016	2017
Januari		$A_1, A_4 \rightarrow A_2$	$A_2, A_5 \rightarrow A_3$
Februari		$A_4, A_2 \rightarrow A_1$	$A_5, A_3 \rightarrow A_1$
Maret	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_1 \rightarrow A_2$	$A_3, A_1 \rightarrow A_2$
April	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
Mei	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_2 \rightarrow A_3$	$A_2, A_2 \rightarrow A_2$
Juni	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_3 \rightarrow A_2$	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$
Juli	$A_1, A_1 \rightarrow A_6$	$A_3, A_2 \rightarrow A_7$	$A_2, A_7 \rightarrow A_4$
Agustus	$A_1, A_6 \rightarrow A_1$	$A_2, A_7 \rightarrow A_2$	$A_7, A_4 \rightarrow A_2$
September	$A_6, A_1 \rightarrow A_1$	$A_7, A_2 \rightarrow A_3$	$A_4, A_2 \rightarrow A_2$
Oktober	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_3 \rightarrow A_2$	
November	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_3, A_2 \rightarrow A_2$	
Desember	$A_1, A_1 \rightarrow A_4$	$A_2, A_2 \rightarrow A_5$	

Tabel 5.14 *FLR Orde Dua Jumlah Kendaraan*

Periode	2015	2016	2017
Januari		$A_1, A_3 \rightarrow A_1$	$A_1, A_3 \rightarrow A_2$
Februari		$A_3, A_1 \rightarrow A_1$	$A_3, A_2 \rightarrow A_1$
Maret	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$
April	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1 \rightarrow A_2$
Mei	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1 \rightarrow A_2$	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
Juni	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$
Juli	$A_1, A_1 \rightarrow A_7$	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$	$A_2, A_7 \rightarrow A_3$
Agustus	$A_1, A_7 \rightarrow A_2$	$A_2, A_7 \rightarrow A_1$	$A_7, A_3 \rightarrow A_2$

Periode	2015	2016	2017
September	$A_7, A_2 \rightarrow A_1$	$A_7, A_1 \rightarrow A_2$	$A_3, A_2 \rightarrow A_2$
Oktober	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_2 \rightarrow A_1$	
November	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$	
Desember	$A_1, A_1 \rightarrow A_3$	$A_1, A_1 \rightarrow A_3$	

2. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Setelah FLR terbentuk untuk orde 2, maka dilanjutkan untuk menentukan FLRG dengan mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri yang sama ($F_{(t-2)}, F_{(t-1)}$). Berikut merupakan hasil FLRG yang didapatkan untuk setiap variabel.

Tabel 5.15 FLRG Orde Dua Jumlah Penumpang

Grup 1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_4, A_6$
Grup 2	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
Grup 3	$A_1, A_4 \rightarrow A_2$
Grup 4	$A_1, A_6 \rightarrow A_1$
Grup 5	$A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 6	$A_2, A_2 \rightarrow A_2, A_3, A_5, A_7$
Grup 7	$A_2, A_3 \rightarrow A_2$
Grup 8	$A_2, A_5 \rightarrow A_3$
Grup 9	$A_2, A_7 \rightarrow A_2, A_4$
Grup 10	$A_3, A_1 \rightarrow A_2$
Grup 11	$A_3, A_2 \rightarrow A_2, A_7$
Grup 12	$A_4, A_2 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 13	$A_5, A_3 \rightarrow A_1$
Grup 14	$A_6, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 15	$A_7, A_2 \rightarrow A_3$
Grup 16	$A_7, A_4 \rightarrow A_2$

Berdasarkan **Tabel 5.15** dapat diketahui bahwa pada variabel jumlah penumpang untuk orde dua didapatkan 16 kelompok.

Tabel 5.16 *FLRG Orde Dua Jumlah Kendaraan*

Grup 1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_7$
Grup 2	$A_1, A_2 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 3	$A_1, A_3 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 4	$A_1, A_7 \rightarrow A_2$
Grup 5	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 6	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$
Grup 7	$A_2, A_7 \rightarrow A_1, A_3$
Grup 8	$A_3, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 9	$A_3, A_2 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 10	$A_7, A_1 \rightarrow A_2$
Grup 11	$A_7, A_2 \rightarrow A_1$
Grup 12	$A_7, A_3 \rightarrow A_2$

Berdasarkan **Tabel 5.16** dapat diketahui bahwa pada variabel jumlah kendaraan untuk orde dua didapatkan 12 kelompok.

3. Peramalan

Setelah *fuzzy logic relations group* (FLRG) orde dua didapatkan, maka selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi serta dilakukan perhitungan nilai peramalan menggunakan *fuzzy time series* chen. Cara perhitungannya sama seperti pada orde satu.

- Variabel jumlah penumpang

Pada pembentukan FLRG orde dua yang dilakukan sebelumnya, didapatkan kelompok yang terbentuk untuk variabel jumlah penumpang yaitu sebanyak 7 kelompok. Hasil perhitungan nilai peramalan dari masing-masing kelompok atau grup berikut dengan rumus perhitungannya didapatkan antara lain sebagai berikut.

Tabel 5.17 Defuzzifikasi Orde Dua Jumlah Penumpang

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_4, A_6$	$\frac{m_1 + m_4 + m_6}{3}$	156479.9
2	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$	m_2	114316.8
3	$A_1, A_4 \rightarrow A_2$	m_2	114316.8
4	$A_1, A_6 \rightarrow A_1$	m_1	89018.93
⋮	⋮	⋮	⋮
13	$A_5, A_3 \rightarrow A_1$	m_1	89018.93
14	$A_6, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	89018.93
15	$A_7, A_2 \rightarrow A_3$	m_3	139614.6
16	$A_7, A_4 \rightarrow A_2$	m_2	114316.8

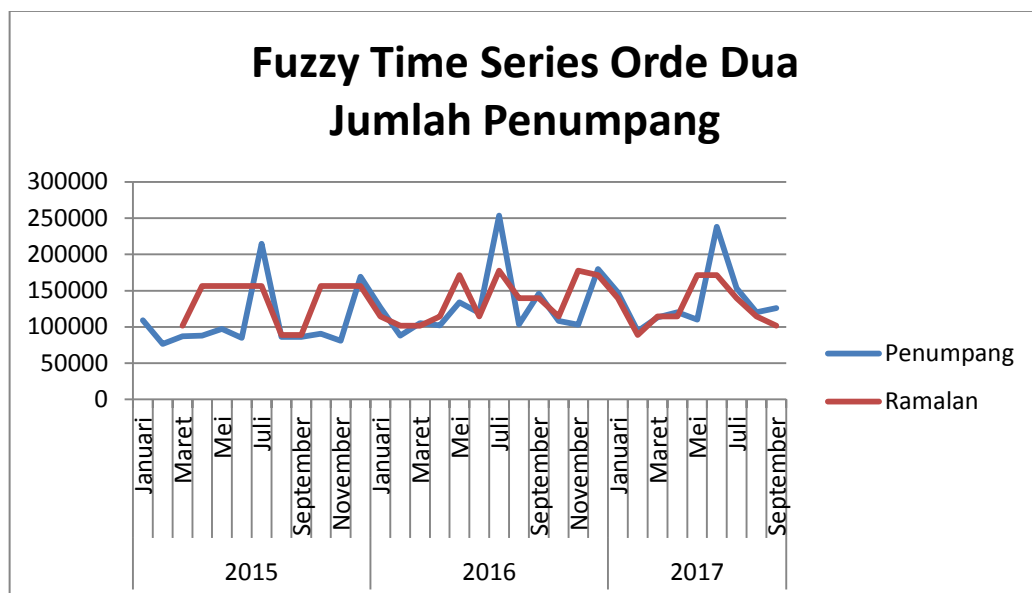
Nilai peramalan akhir untuk data untuk variabel jumlah penumpang pada Januari 2015 sampai dengan September 2017 ditunjukkan pada **Tabel 5.18** berikut ini.

Tabel 5.18 Hasil Nilai Peramalan Orde Dua Jumlah Penumpang

No	Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	Nilai Peramalan
1	2015	Januari	109310	
2		Februari	76372	
3		Maret	87027	101667.6
4		April	88034	156479.9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	2017	Juli	237968	171236.96

No	Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	Nilai Peramalan
31	2017	Juni	153476	139614.6
32		Agustus	120256	114316.8
33		September	126133	101667.9

Berdasarkan hasil peramalan jumlah penumpang orde dua untuk periode Januari 2015 sampai dengan September 2017 dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data asli dengan pola data peramalan.



Gambar 5.6 Plot Fuzzy Time Series Orde Dua Jumlah Penumpang

Pada **Gambar 5.6** dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan *fuzzy time series* chen orde dua pada periode tertentu hampir memiliki pola yang sama dengan plot data asli jumlah penumpang. Plot data hasil peramalan ditunjukkan dengan garis berwarna merah dan plot data asli jumlah penumpang ditunjukkan dengan garis berwarna biru.

- Variabel jumlah kendaraan

Selanjutnya pada FLRG orde dua yang didapatkan kelompok yang terbentuk untuk variabel jumlah kendaraan sebanyak 12 kelompok. Hasil perhitungan nilai

peramalan dari masing-masing kelompok atau grup berikut dengan rumus perhitungannya didapatkan antara lain sebagai berikut.

Tabel 5.19 Defuzzifikasi Orde Dua Jumlah Kendaraan

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_7$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_7}{4}$	201460.7
2	$A_1, A_2 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	155985.7
3	$A_1, A_3 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	155985.7
4	$A_1, A_7 \rightarrow A_2$	m_2	168978.6
5	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	142992.9
6	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$	m_7	298907.1
7	$A_2, A_7 \rightarrow A_1, A_3$	$\frac{m_1 + m_3}{2}$	168978.6
8	$A_3, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	142992.9
9	$A_3, A_2 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	155985.7
10	$A_7, A_1 \rightarrow A_2$	m_2	168978.6
11	$A_7, A_2 \rightarrow A_1$	m_1	142992.6
12	$A_7, A_3 \rightarrow A_2$	m_2	168978.6

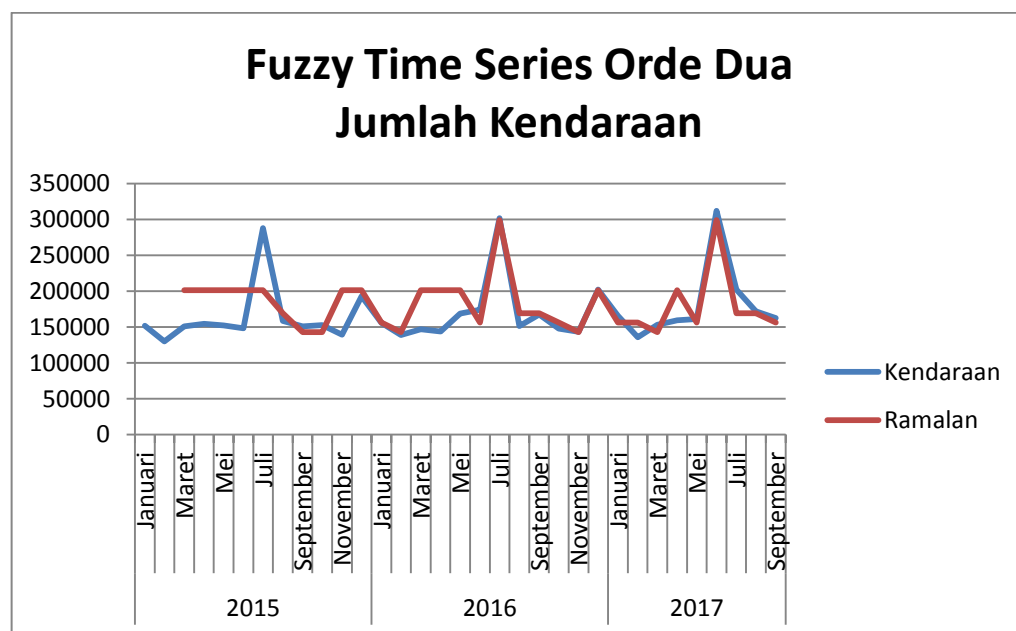
Nilai peramalan akhir untuk data jumlah kendaraan pada Januari 2015 sampai dengan September 2017 ditunjukkan pada **Tabel 5.20** berikut ini.

Tabel 5.20 Hasil Nilai Peramalan Orde Dua Jumlah Kendaraan

No	Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan
1	2015	Januari	151758	

No	Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan
2	2015	Februari	130017	
3		Maret	150617	201460.7
4		April	154237	201460.7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	2017	Juli	311884	298907.1
31		Juni	202192	168978.6
32		Agustus	171798	168978.6
33		September	162389	155985.7

Berdasarkan hasil peramalan jumlah kendaraan orde dua untuk periode Januari 2015 sampai dengan September 2017 dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data asli dengan pola data peramalan.



Gambar 5.7 Plot Fuzzy Time Series Orde Dua Jumlah Kendaraan

Pada **Gambar 5.7** dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan fuzzy *time series* chen orde dua pada periode tertentu hampir memiliki pola yang sama dengan plot data asli jumlah

kendaraan. Plot data hasil peramalan ditunjukkan dengan garis berwarna merah dan plot data asli jumlah kendaraan ditunjukkan dengan garis berwarna biru.

5.3.2 Orde Tiga

Pada orde dua melibatkan dua data historis sehingga pada pembentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) ditulis menjadi $F_{(t-3)}, F_{(t-2)}, F_{(t-1)} \rightarrow F_t$. Kemudian terbentuk *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan $F_{(t-3)}$, $F_{(t-2)}$ dan $F_{(t-1)}$. Jika $F(t-3) = A_i$, $F(t-2) = A_j$, $F(t-1) = A_k$, dan $F(t) = A_l$, maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i, A_j, A_k \rightarrow A_l$.

1. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Berdasarkan hasil fuzzifikasi seperti pada **Tabel 5.3** dapat ditentukan FLR dengan melibatkan tiga data historis yaitu $F_{(t-3)}$, $F_{(t-2)}$ dan $F_{(t-1)}$. Berikut ini adalah hasil fuzzifikasi untuk variabel jumlah penumpang dan variabel jumlah kendaraan.

Tabel 5.21 FLR Orde Tiga Jumlah Penumpang

Periode	2015	2016	2017
Januari		$A_1, A_1, A_4 \rightarrow A_2$	$A_2, A_2, A_5 \rightarrow A_3$
Februari		$A_1, A_4, A_2 \rightarrow A_1$	$A_2, A_5, A_3 \rightarrow A_1$
Maret		$A_4, A_2, A_1 \rightarrow A_2$	$A_5, A_3, A_1 \rightarrow A_2$
April	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_1, A_2 \rightarrow A_2$	$A_3, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
Mei	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_3$	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_2$
Juni	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_2, A_3 \rightarrow A_2$	$A_2, A_2, A_2 \rightarrow A_7$
Juli	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_6$	$A_2, A_3, A_2 \rightarrow A_7$	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_4$
Agustus	$A_1, A_1, A_6 \rightarrow A_1$	$A_3, A_2, A_7 \rightarrow A_2$	$A_2, A_7, A_4 \rightarrow A_2$
September	$A_1, A_6, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_7, A_2 \rightarrow A_3$	$A_7, A_4, A_2 \rightarrow A_2$
Oktober	$A_6, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_7, A_2, A_3 \rightarrow A_2$	
November	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_3, A_2 \rightarrow A_2$	
Desember	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_4$	$A_3, A_2, A_2 \rightarrow A_5$	

Tabel 5.22 FLR Orde Tiga Jumlah Kendaraan

Periode	2015	2016	2017
Januari		$A_1, A_1, A_3 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1, A_3 \rightarrow A_2$
Februari		$A_1, A_3, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_3, A_2 \rightarrow A_1$
Maret		$A_3, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_3, A_2, A_1 \rightarrow A_1$
April	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_2$
Mei	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_2$	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
Juni	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_7$
Juli	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_7$	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_7$	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_3$
Agustus	$A_1, A_1, A_7 \rightarrow A_2$	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_1$	$A_2, A_7, A_3 \rightarrow A_2$
September	$A_1, A_7, A_2 \rightarrow A_1$	$A_2, A_7, A_1 \rightarrow A_2$	$A_7, A_3, A_2 \rightarrow A_2$
Oktober	$A_7, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	$A_7, A_1, A_2 \rightarrow A_1$	
November	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	$A_1, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	
Desember	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_3$	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_3$	

2. Menentukan Fuzzy Logic Relations Group (FLRG)

Setelah FLR terbentuk untuk orde tiga, maka dilanjutkan untuk menentukan FLRG dengan mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri yang sama ($F_{(t-3)}, F_{(t-2)}, F_{(t-1)}$). Berikut merupakan hasil FLRG yang didapatkan untuk setiap variabel.

Tabel 5.23 FLRG Orde Tiga Jumlah Penumpang

Grup 1	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_4, A_6$	Grup 13	$A_2, A_3, A_2 \rightarrow A_2, A_7$
Grup 2	$A_1, A_1, A_4 \rightarrow A_2$	Grup 14	$A_2, A_5, A_3 \rightarrow A_1$
Grup 3	$A_1, A_1, A_6 \rightarrow A_1$	Grup 15	$A_2, A_7, A_2 \rightarrow A_3$
Grup 4	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_2, A_3$	Grup 16	$A_2, A_7, A_4 \rightarrow A_2$
Grup 5	$A_1, A_4, A_2 \rightarrow A_1$	Grup 17	$A_3, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
Grup 6	$A_1, A_6, A_1 \rightarrow A_1$	Grup 18	$A_3, A_2, A_2 \rightarrow A_5$
Grup 7	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	Grup 19	$A_3, A_2, A_7 \rightarrow A_2$
Grup 8	$A_2, A_1, A_2 \rightarrow A_2$	Grup 20	$A_4, A_2, A_1 \rightarrow A_2$

Grup 9	$A_2, A_2, A_2 \rightarrow A_7$	Grup 21	$A_5, A_3, A_1 \rightarrow A_2$
Grup 10	$A_2, A_2, A_3 \rightarrow A_2$	Grup 22	$A_6, A_3, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 11	$A_2, A_2, A_5 \rightarrow A_3$	Grup 23	$A_7, A_2, A_3 \rightarrow A_2$
Grup 12	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_4$	Grup 24	$A_7, A_4, A_2 \rightarrow A_2$

Berdasarkan **Tabel 5.23** dapat diketahui bahwa pada variabel jumlah penumpang untuk orde dua didapatkan 24 kelompok.

Tabel 5.24 FLRG Orde Tiga Jumlah Kendaraan

Grup 1	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_7$	Grup 10	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$
Grup 2	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$	Grup 11	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_1, A_3$
Grup 3	$A_1, A_1, A_3 \rightarrow A_1, A_2$	Grup 12	$A_2, A_7, A_1 \rightarrow A_2$
Grup 4	$A_1, A_1, A_7 \rightarrow A_2$	Grup 13	$A_2, A_7, A_3 \rightarrow A_2$
Grup 5	$A_1, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	Grup 14	$A_3, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 6	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_7$	Grup 15	$A_3, A_2, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 7	$A_1, A_3, A_1 \rightarrow A_1$	Grup 16	$A_7, A_1, A_2 \rightarrow A_1$
Grup 8	$A_1, A_3, A_2 \rightarrow A_1$	Grup 17	$A_7, A_2, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 9	$A_1, A_7, A_2 \rightarrow A_1$	Grup 18	$A_7, A_3, A_2 \rightarrow A_2$

Berdasarkan **Tabel 5.24** dapat diketahui bahwa pada variabel jumlah kendaraan untuk orde dua didapatkan 18 kelompok.

3. Peramalan

Setelah *fuzzy logic relations group* (FLRG) orde tiga didapatkan, maka selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi serta dilakukan perhitungan nilai peramalan menggunakan *fuzzy time series* chen. Cara perhitungannya sama seperti pada orde satu.

- Variabel jumlah penumpang

Pada pembentukan FLRG orde dua yang dilakukan sebelumnya, didapatkan kelompok yang terbentuk untuk variabel jumlah penumpang yaitu sebanyak 24 kelompok. Hasil perhitungan nilai peramalan dari masing-masing kelompok atau grup berikut dengan rumus perhitungannya didapatkan antara lain sebagai berikut.

Tabel 5.25 Defuzzifikasi Orde Tiga Jumlah Penumpang

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_4, A_6$	$\frac{m_1 + m_4 + m_6}{3}$	201460.7
2	$A_1, A_1, A_4 \rightarrow A_2$	m_2	168978.6
3	$A_1, A_1, A_6 \rightarrow A_1$	m_1	155985.7
4	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_2, A_3$	$\frac{m_2 + m_3}{2}$	168978.6
⋮	⋮	⋮	⋮
21	$A_5, A_3, A_1 \rightarrow A_2$	m_2	155985.7
22	$A_6, A_3, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	168978.6
23	$A_7, A_2, A_3 \rightarrow A_2$	m_2	142992.9
24	$A_7, A_4, A_2 \rightarrow A_2$	m_2	298907.1

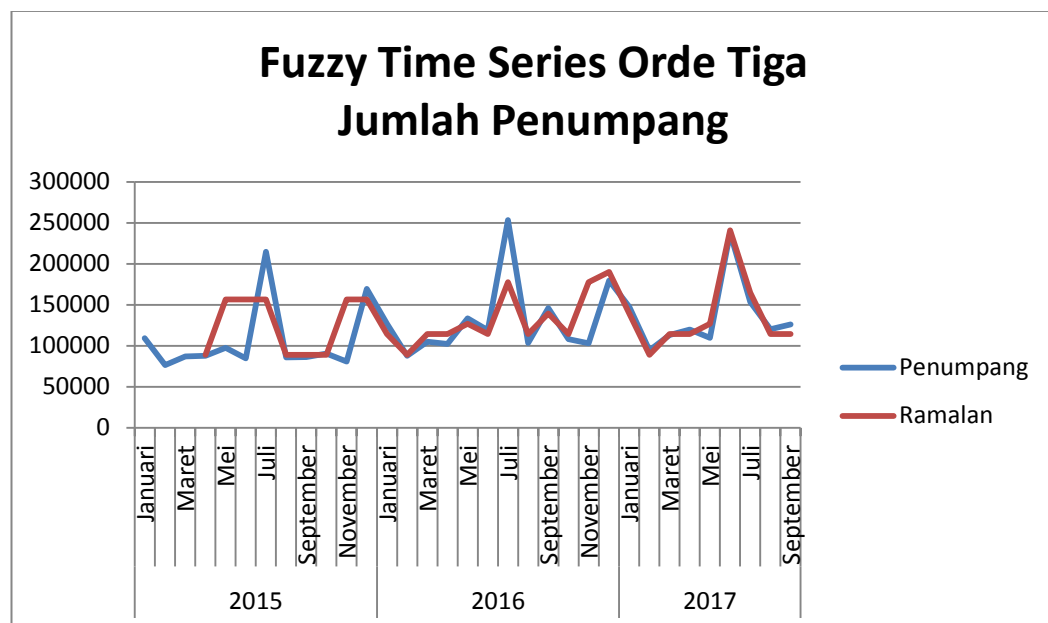
Nilai peramalan akhir untuk data untuk variabel jumlah penumpang pada Januari 2015 sampai dengan September 2017 ditunjukkan pada **Tabel 5.26** berikut ini.

Tabel 5.26 Hasil Nilai Peramalan Orde Tiga Jumlah Penumpang

No	Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	Nilai Peramalan
1	2015	Januari	109310	
2		Februari	76372	
3		Maret	87027	
4		April	88034	89018.93
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	2017	Juli	237968	240806.1

No	Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	Nilai Peramalan
31	2017	Juni	153476	164912.5
32		Agustus	120256	114316.8
33		September	126133	114316.8

Berdasarkan hasil peramalan jumlah penumpang orde tiga untuk periode Januari 2015 sampai dengan September 2017 dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data jumlah penumpang dengan pola data peramalan.



Gambar 5.8 Plot Fuzzy Time Series Orde Tiga Jumlah Penumpang

Pada **Gambar 5.8** dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan *fuzzy time series* chen orde tiga hampir memiliki pola yang sama dengan plot data jumlah penumpang. Plot data hasil peramalan ditunjukkan dengan garis berwarna merah dan plot data jumlah penumpang ditunjukkan dengan garis berwarna biru.

- Variabel jumlah kendaraan

Selanjutnya pada FLRG orde tiga yang didapatkan kelompok yang terbentuk untuk variabel jumlah kendaraan sebanyak 16 kelompok. Hasil perhitungan nilai

peramalan dari masing-masing kelompok atau grup berikut dengan rumus perhitungannya didapatkan antara lain sebagai berikut.

Tabel 5.27 Defuzzifikasi Orde Tiga Jumlah Kendaraan

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_7$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_7}{4}$	201460.7
2	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$	m_2	168978.6
3	$A_1, A_1, A_3 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	155985.7
4	$A_1, A_1, A_7 \rightarrow A_2$	m_2	168978.6
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
15	$A_3, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	142992.9
16	$A_7, A_1, A_2 \rightarrow A_1$	m_1	142992.9
17	$A_7, A_2, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	142992.9
18	$A_7, A_3, A_2 \rightarrow A_2$	m_2	168978.6

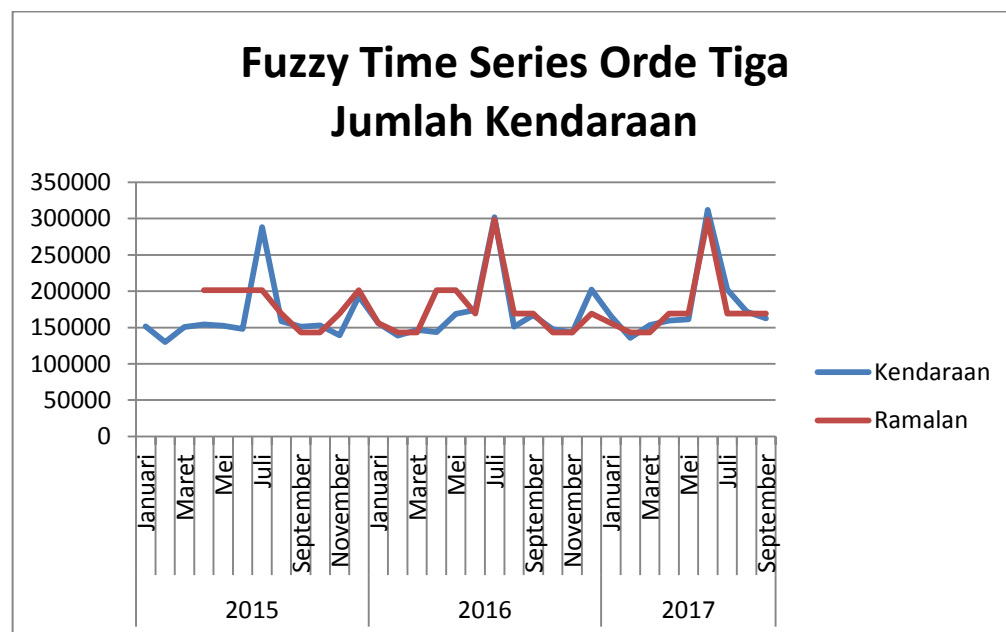
Nilai peramalan akhir untuk data jumlah kendaraan pada Januari 2015 sampai dengan September 2017 ditunjukkan pada **Tabel 5.28** berikut ini.

Tabel 5.28 Hasil Nilai Peramalan Orde Tiga Jumlah Kendaraan

No	Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan
1	2015	Januari	151758	
2		Februari	130017	
3	2015	Maret	150617	
4		April	154237	201460.7
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

No	Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	Nilai Peramalan
30	2017	Juli	311884	298907.1
31		Juni	202192	168978.6
32		Agustus	171798	168978.6
33		September	162389	168978.6

Berdasarkan hasil peramalan jumlah kendaraan orde dua untuk periode Januari 2015 sampai dengan September 2017 dapat dibuat plot untuk membandingkan pola data jumlah kendaraan dengan pola data peramalan.



Gambar 5.9 Plot Fuzzy Time Series Orde Tiga Jumlah Kendaraan

Pada **Gambar 5.9** dapat diketahui bahwa plot hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan *fuzzy time series* chen orde tiga hampir memiliki pola yang sama dengan plot data jumlah kendaraan. Plot data hasil peramalan ditunjukkan dengan garis berwarna merah dan plot data jumlah kendaraan ditunjukkan dengan garis berwarna biru.

Berdasarkan **Gambar 5.8** dan **Gambar 5.9** dapat terlihat perbandingan pola data peramalan jumlah penumpang dan kendaraan hampir mengikuti pola data asli. Dari pola dapat dikatakan bahwa nilai hasil peramalan hampir bernilai sama

dengan data asli, maka peneliti berhenti pada perhitungan dengan metode *fuzzy time series* orde tiga.

5.4. Ukuran Ketepatan Peramalan

Ukuran ketepatan peramalan digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi hasil peramalan terhadap data jumlah penumpang dan kendaraan kapal PT ASDP Indonesia Power (Persero) Cabang Merak bulan Januari 2015 – September 2017.

Berikut hasil perhitungan nilai *error*, $error^2$, $|error|$, dan $|PE|$. Nilai *error* diperoleh dari selisih data asli dengan data ramalan atau $error = X_t - F_t$, dimana X_t merupakan data asli pada periode t dan F_t merupakan data ramalan pada periode t. Nilai $|PE|$ didapatkan dengan membagi nilai *error* dengan data asli yang dimutlakkan (*absolute*) dan dikali 100%.

- Variabel jumlah penumpang

Tabel 5. 29 Nilai Error Orde Satu Jumlah Penumpang

No	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
1	Januari 2015	109310					
2	Februari 2015	76372	154793.4	-78421.4	6149909256	78421.36	102.683
3	Maret 2015	87027	145939.1	-58912.1	3470636368	58912.11	67.6941
4	April 2015	88034	145939.1	-57905.1	3353001433	57905.11	65.7758
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	Juli 2017	237968	154793.4	83174.64	6918021214	83174.64	34.952
31	Juni 2017	153476	139614.6	13861.36	192137222	13861.36	9.03161
32	Agustus 2017	120256	114316.8	5939.214	35274266.3	5939.214	4.93881
33	September 2017	126133	154793.4	-28660.4	821416072	28660.36	22.7223

Tabel 5.30 *Nilai Error Orde Dua Jumlah Penumpang*

No	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
1	Januari 2015	109310					
2	Februari 2015	76372					
3	Maret 2015	87027	101667.9	-14640.9	214354698	14640.86	16.8234
4	April 2015	88034	156479.9	-68445.9	4684838619	68445.88	77.7494
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	Juli 2017	237968	171237	66731.04	4453031128	66731.04	28.042
31	Juni 2017	153476	139614.6	13861.36	192137222	13861.36	9.03161
32	Agustus 2017	120256	114316.8	5939.214	35274266.3	5939.214	4.93881
33	September 2017	126133	101667.9	24465.14	598543215	24465.14	19.3963

Tabel 5.31 *Nilai Error Orde Tiga Jumlah Penumpang*

No	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
1	Januari 2015	109310					
2	Februari 2015	76372					
3	Maret 2015	87027					
4	April 2015	88034	89018.93	-984.929	970084.2908	984.9286	1.118805
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	Juli 2017	237968	240806.1	-2838.07	8054649.434	2838.071	1.192627
31	Juni 2017	153476	164912.5	-11436.5	130793532.3	11436.5	7.451654
32	Agustus 2017	120256	114316.8	5939.214	35274266.33	5939.214	4.938809
33	September 2017	126133	114316.8	11816.21	139622920	11816.21	9.368059

- Variabel jumlah kendaraan

Tabel 5.32 Nilai Error Orde Satu Jumlah Kendaraan

No	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
1	Januari 2015	151758					
2	Februari 2015	130017	201460.7	-71443.7	5104204311	71443.71	54.95
3	Maret 2015	150617	201460.7	-50843.7	2585083282	50843.71	33.757
4	April 2015	154237	201460.7	-47223.7	2230079191	47223.71	30.618
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	Juli 2017	311884	203626.2	108257.8	1.172E+10	108257.8	34.711
31	Juni 2017	202192	168978.6	33213.43	1103131837	33213.43	16.427
32	Agustus 2017	171798	155985.7	15812.29	250028380	15812.29	9.204
33	September 2017	162389	203626.2	-41237.2	1700505878	41237.19	25.394

Tabel 5.33 Nilai Error Orde Dua Jumlah Kendaraan

No	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
1	Januari 2015	151758					
2	Februari 2015	130017					
3	Maret 2015	150617	201460.7	-50843.7	2.59E+09	50843.7	33.76
4	April 2015	154237	201460.7	-47223.7	2.23E+09	47223.7	30.62
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	Juli 2017	311884	298907.1	12976.9	1.68E+08	12976.9	4.161
31	Juni 2017	202192	168978.6	33213.4	1.1E+09	33213.4	16.43
32	Agustus 2017	171798	168978.6	2819.43	7949177	2819.43	1.641
33	September 2017	162389	155985.7	6403.29	41002068	6403.29	3.943

Tabel 5. 34 Nilai Error Orde Tiga Jumlah Kendaraan

No	Bulan	Jumlah Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
1	Januari 2015	151758					
2	Februari 2015	130017					
3	Maret 2015	150617					
4	April 2015	154237	201460.7	-47223.7	2230079191	47223.71	30.61763
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	Juli 2017	311884	298907.1	12976.9	168398821.3	12976.86	4.160796
31	Juni 2017	202192	168978.6	33213.4	1103131837	33213.43	16.42668
32	Agustus 2017	171798	168978.6	2819.43	7949177.469	2819.429	1.64113
33	September 2017	162389	168978.6	-6589.57	43422451.61	6589.571	4.057893

Setelah nilai *error*, *error*², *|error|*, dan *|PE|* didapatkan selanjutnya dapat dicari ukuran ketepatan peramalan dengan menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Mean Absolute Error* (MAE).

5.5.1. Mean Squared Error (MSE)

Nilai MSE diperoleh dari rata-rata nilai *error*². Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari MSE untuk variabel jumlah penumpang dan jumlah kendaraan dengan orde satu dan orde dua.

- Variabel jumlah penumpang

Orde Satu

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n error_t^2}{n} \\
 &= \frac{6149909256 + 3470636368 + \dots + 35274266.3 + 821416072}{32} \\
 &= 2244986661
 \end{aligned}$$

Orde Dua

$$MSE = \frac{214354698 + 4684838619 + \dots + 35274266.3 + 598543215}{31}$$

$$= 1646272419$$

Orde Tiga

$$MSE = \frac{4684838619 + \dots + 35274266.3 + 139622920}{30}$$

$$= 1646272419$$

- Variabel jumlah kendaraan

Orde Satu

$$MSE = \frac{5104204311 + 2230079191 + \dots + 250028380 + 1700505878}{32}$$

$$= 2724905575$$

Orde Dua

$$MSE = \frac{2585083282 + 2230079191 + \dots + 7949177.47 + 41002067.9}{31}$$

$$= 10865335042$$

Orde Tiga

$$MSE = \frac{2230079191 + \dots + 7949177.47 + 43422451.6}{31}$$

$$= 796306526.6$$

5.5.2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai MAPE diperoleh dari rata-rata nilai $|PE|$. Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari MAPE untuk variabel jumlah penumpang dan jumlah kendaraan dengan orde satu dan orde dua.

- Variabel jumlah penumpang

Orde Satu

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100\% \right| = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t|$$

$$= \frac{102.68 + 67.694 + 65.78 + \dots + 4.9388 + 22.722}{32}$$

$$= 36.189$$

Orde Dua

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{16.823 + 77.749 + \dots + 4.9388 + 19.369}{31} \\ &= 26.003 \end{aligned}$$

Orde Tiga

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1.119 + \dots + 4.9388 + 9.368}{30} \\ &= 16.9 \end{aligned}$$

- Variabel jumlah kendaraan

Orde Satu

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{54.95 + 33.76 + 30.62 + \dots + 25.394 + 9.204}{32} \\ &= 27.169 \end{aligned}$$

Orde Dua

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{33.76 + 30.62 + \dots + 1.641 + 3.943}{31} \\ &= 14.33 \end{aligned}$$

Orde Tiga

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{30.62 + \dots + 1.641 + 4.058}{30} \\ &= 11.01 \end{aligned}$$

5.5.3. Mean Absolute Error (MAE)

Nilai MAE diperoleh dari rata-rata nilai $|error|$. Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari MAE untuk variabel jumlah penumpang dan jumlah kendaraan dengan orde satu dan orde dua.

- Variabel jumlah penumpang

Orde Satu

$$\begin{aligned} MAE &= \frac{\sum |X_t - F_t|}{n} = \frac{\sum |error|}{n} \\ &= \frac{78421.4 + 58912.1 + 57905.1 + \dots + 5939.21 + 28660.4}{32} \\ &= 39924.3 \end{aligned}$$

Orde Dua

$$MAE = \frac{14640.9 + 68445.9 + \dots + 5939.21 + 24465.1}{31}$$

$$= 29560$$

Orde Tiga

$$MAE = \frac{984.93 + \dots + 5939.21 + 11816.21}{30}$$

$$= 19507.95$$

- Variabel jumlah kendaraan

Orde Satu

$$MAE = \frac{71443.7 + 50843.7 + 47223.7 + \dots + 15812.3 + 41237.2}{32}$$

$$= 45422.64$$

Orde Dua

$$MAE = \frac{50843.7 + 47223.7 + \dots + 2819.43 + 6403.29}{31}$$

$$= 23519.6$$

Orde Tiga

$$MAE = \frac{47223.7 + 49141.7 + \dots + 2819.43 + 6589.57}{30}$$

$$= 19237.4$$

Dari perhitungan-perhitungan ukuran ketepatan peramalan dengan metode MSE, MAPE, dan MAE, didapatkan hasil seperti pada **Tabel 5.39** berikut ini.

Tabel 5.35 Hasil Ukuran Ketepatan Peramalan

Error	Jumlah Penumpang			Jumlah Kendaraan		
	Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga	Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga
MSE	2244986661	1646272419	1024091532	2724905575	1086535042	796306527
MAPE	36.189 %	26.003 %	16.9%	27.169 %	14.33 %	11.01%
MAE	39924.3	29560	19507.95	45422.6	23519.6	19237.4

Berdasarkan **Tabel 5.35** dapat diketahui bahwa hasil peramalan yang menghasilkan MSE, MAPE, dan MAE terendah yaitu peramalan dengan

menggunakan orde tiga baik untuk variabel jumlah penumpang maupun jumlah kendaraan.

5.5. Hasil Peramalan

Dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* dilakukan peramalan untuk periode selanjutnya yaitu periode Oktober 2017. Berikut merupakan hasil peramalan yang didapatkan dengan metode tersebut menggunakan orde satu, orde dua, dan orde tiga.

5.5.1. Orde Satu

Untuk meramalkan data pada periode selanjutnya ditentukan dengan melihat FLR yang terbentuk pada periode sebelumnya. Pada orde satu penentuan nilai peramalan untuk periode yang akan datang dilakukan dengan cara melihat FLR pada periode sebelumnya dengan sisi kanan yang paling kanan. Kemudian cocokkan dengan FLRG yang sudah terbentuk. Misalnya pada periode September 2017 variabel jumlah kendaraan terbentuk FLR $A_2 \rightarrow A_2$, sehingga pada periode Oktober 2017 nilai peramalan yang digunakan yaitu pada Grup 2 dengan relasi $A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_7$. Berikut merupakan tabel hasil dari peramalan kedua variabel.

Tabel 5.36 Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Orde Satu

Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	FLR	Nilai Ramalan
2017	September	126133	$A_2 \rightarrow A_2$	154793.4
	Oktober		$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_5, A_7$	154793.4

Berdasarkan Tabel 5.29 dapat diketahui nilai peramalan data jumlah penumpang dengan orde satu untuk periode Oktober 2017 setelah dibulatkan yaitu sebesar 154793.

Tabel 5.37 Hasil Ramalan Jumlah Kendaraan Orde Satu

Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	FLR	Nilai Ramalan
2017	September	162389	$A_2 \rightarrow A_2$	203626.2
	Oktober		$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_7$	168978.6

Berdasarkan **Tabel 5.30** dapat diketahui nilai peramalan data jumlah kendaraan dengan orde satu untuk periode Oktober 2017 setelah dibulatkan yaitu sebesar 168979.

5.5.2. Orde Dua

Pada orde dua penentuan nilai peramalan untuk periode yang akan datang dilakukan dengan cara melihat FLR pada periode sebelumnya dengan sisi kiri yang paling kiri dan sisi kanan yang paling kanan. Kemudian cocokkan dengan FLRG yang sudah terbentuk. Misalnya pada periode September 2017 variabel jumlah penumpang terbentuk FLR $A_4, A_2 \rightarrow A_2$, sehingga pada periode Oktober 2017 nilai peramalan yang digunakan yaitu pada Grup 6 dengan relasi $A_2, A_2 \rightarrow A_2, A_3, A_5, A_7$. Berikut merupakan tabel hasil dari peramalan kedua variabel.

Tabel 5.38 Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Orde Dua

Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	FLR	Nilai Ramalan
2017	September	126133	$A_4, A_2 \rightarrow A_2$	101667.9
	Oktober		$A_2, A_2 \rightarrow A_2, A_3, A_5, A_7, A_5, A_7$	171237

Berdasarkan **Tabel 5.38** dapat diketahui nilai peramalan data jumlah penumpang dengan orde dua untuk periode Oktober 2017 setelah dibulatkan yaitu sebesar 171237.

Tabel 5.39 Hasil Ramalan Jumlah Kendaraan Orde Dua

Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	FLR	Nilai Ramalan
2017	September	162389	$A_3, A_2 \rightarrow A_2$	155985.7
	Oktober		$A_2, A_2 \rightarrow A_7$	298907.1

Berdasarkan **Tabel 5.39** dapat diketahui nilai peramalan data jumlah kendaraan dengan orde dua untuk periode Oktober 2017 setelah dibulatkan yaitu sebesar 298907.

5.5.3. Orde Tiga

Penentuan nilai peramalan untuk periode yang akan datang pada orde tiga dilakukan dengan cara yang sama seperti cara menentukan nilai peramalan periode mendatang pada orde dua tetapi pada sisi kiri diambil 2 terakhir paling kanan. Berikut merupakan hasil dari penentuan data peramalan untuk periode mendatang dengan orde tiga.

Tabel 5.40 Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Orde Tiga

Tahun	Bulan	Jumlah Penumpang	FLR	Nilai Ramalan
2017	September	126133	$A_7, A_4, A_2 \rightarrow A_2$	155985.7
	Oktober		$A_4, A_2, A_2 \rightarrow \#$	

Tabel 5.41 Hasil Ramalan Jumlah Kendaraan Orde Tiga

Tahun	Bulan	Jumlah Kendaraan	FLR	Nilai Ramalan
2017	September	162389	$A_7, A_3, A_2 \rightarrow A_2$	155985.7
	Oktober		$A_3, A_2, A_2 \rightarrow \#$	

Berdasarkan **Tabel 5.40** dan **Tabel 5.41** dapat diketahui bahwa tidak dapat meramalkan data untuk periode mendatang yang disimbolkan dengan (#)

dengan menggunakan orde tiga, karena relasi yang dihasilkan pada periode selanjutnya tidak terdapat pada grup-grup atau kelompok-kelompok yang telah di tentukkan sebelumnya dalam FLRG orde 3 seperti yang terdapat pada **Tabel 5.25** dan **Tabel 5.27**.

Meskipun orde tiga menghasilkan nilai peramalan dengan error yang lebih kecil daripada dengan menggunakan orde satu dan orde dua pada data jumlah penumpang dan jumlah kendaraan tetapi metode *fuzzy time series* orde tiga tidak dapat dilakukan permalan untuk periode selanjutnya atau periode mendatang. Sehingga peramalan *berhenti* pada orde dua.

5.6. Validasi Metode

Pada validasi metode peneliti akan melihat bagaimana tingkat akurasi yang dihasilkan dengan menggunakan metode SARIMA dan *Holt-Winters Exponential Smoothing*. Peneliti menggunakan kedua metode ini karena pola data jumlah penumpang dan jumlah kendaraan yang dihasilkan mengandung pola data musiman. Sehingga metode SARIMA dan *Holt-Winters Exponential Smoothing* dianggap cocok untuk data tersebut. Berikut tabel tingkat akurasi atau ukuran ketepatan dari kedua metode tersebut.

Tabel 5.42 Ukuran Ketepatan Metode Lain Jumlah Penumpang

Ukuran Ketepatan Peramalan	Metode Peramalan		
	FTS	SARIMA	Holt-Winter
MSE	1646272419	19748389427	3232412080
MAPE	26.003 %	14%	19.33%
MAE	29560	23235.95	29887.69

Tabel 5. 43 Ukuran Ketepatan Metode Lain Jumlah Kendaraan

Ukuran Ketepatan Peramalan	Metode Peramalan		
	FTS	SARIMA	Holt-Winter
MSE	1086535042	1934331879	2722044894
MAPE	14.33 %	10%	11.74%

Ukuran Ketepatan Peramalan	Metode Peramalan		
	FTS	SARIMA	Holt-Winter
MAE	23519.6	21413.38	24305.788

Berdasarkan **Tabel 5.40** dan **Tabel 5.41** dapat diketahui MSE yang dihasilkan oleh metode SARIMA dan Holt-Winter lebih besar dibandingkan dengan metode FTS (*Fuzzy Time Series*). Untuk nilai MAE yang dihasilkan dengan metode Holt-Winter lebih besar dibandingkan dengan metode FTS. Sedangkan nilai MAPE yang diperoleh dengan menggunakan metode FTS lebih besar dibandingkan kedua metode lain.

Pada metode SARIMA model yang digunakan yaitu SARIMA (1,0,0)(0,1,0)₁₂ untuk kedua variabel yaitu variabel jumlah penumpang dan jumlah kendaraan. Metode tersebut menghasilkan nilai MAPE dan MAE yang rendah tetapi terdapat asumsi yang seharusnya terpenuhi pada metode ini dilanggar. Dengan kata lain, terdapat residual data mengandung autokorelasi dan terdapat gejala heteroskedastisitas.

Berdasarkan uraian diatas dapat diketahui bahwa diantara ketiga metode ukuran ketepatan peramalan yang digunakan, dengan metode Holt-Winter dua dari ukuran ketepatan yaitu MSE dan MAE yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan metode FTS. Sehingga dapat dikatakan penggunaan metode FTS lebih baik dibandingkan metode Holt-Winter terhadap data tersebut. Kemudian perbandingan ukuran ketepatan SARIMA dengan FTS terhadap data tersebut memang lebih baik SARIMA, tetapi terdapat uji asumsi pada SARIMA tidak dapat terpenuhi.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan pada penelitian ini, maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Grafik jumlah penumpang dan kendaraan tahun 2015-2017 pada **Gambar 5.1** menunjukkan jumlah tertinggi yaitu pada tahun 2016 yaitu sebesar 1569240 orang dan 2041074 kendaraan. Kemudian jumlah terendah yaitu pada tahun 2017 dengan jumlah sebesar 1223181 orang dan 1623380 kendaraan. Pola data yang terbentuk pada data jumlah penumpang dan jumlah kendaraan yaitu mengandung pola data musiman. Rata-rata jumlah penumpang dan jumlah kendaraan dari Januari 2015 – September 2017 masing-masing sebanyak 123126 orang dan 170718 kendaran.
2. Ukuran ketepatan peramalan dengan menggunakan metode MSE (*Mean Squared Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), dan MAE (*Mean Absolute Error*) pada orde satu, orde dua, dan orde tiga untuk variabel jumlah penumpang dan kendaraan menghasilkan nilai dalam **Tabel 6.1**.

Tabel 6. 1 Hasil Ukuran Ketepatan Peramalan

Error	Jumlah Penumpang			Jumlah Kendaraan		
	Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga	Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga
MSE	2244986661	1646272419	1024091532	2724905575	1086535042	796306527
MAPE	36.189 %	26.003 %	16.9%	27.169 %	14.33 %	11.01%
MAE	39924.3	29560	19507.95	45422.6	23519.6	19237.4

3. Hasil peramalan didapat dengan menggunakan metode *fuzzy time series* chen orde tinggi untuk periode selanjutnya yaitu bulan Oktober 2017. Untuk orde satu didapat jumlah penumpang dan kendaraan masing-masing sebesar 154793 orang dan 168979 kendaraan. Sedangkan untuk orde dua didapat

jumlah penumpang dan kendaraan masing-masing sebesar 171237 orang dan 298907 kendaraan. Untuk orde tiga tidak dapat dilakukan peramalan.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat saran-saran yang diajukan yaitu sebagai berikut.

1. Perusahaan harus lebih memperhatikan mengenai penting dari peramalan untuk dijadikan gambaran kedepan mengenai jumlah penumpang dan kendaraan. Dengan begitu perusahaan dapat memikirkan rencana apa yang perlu untuk menangani apabila hasil peramalan jumlah penumpang dan kendaraan tinggi. Sehingga masalah penumpukan penumpang dan kendaraan yang hampir setiap tahun terjadi dapat sedikit teratasi. Kemudian ketika hasil peramalan rendah kebijakan apa yang dibutuhkan agar keuntungan perusahaan tidak menurun.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data jumlah penumpang dan jumlah kendaraan per kapal untuk periode per bulan dengan data kapasitas penumpang dan kendaraan setiap kapal. Dengan begitu, manfaat yang diberikan peneliti dalam penelitiannya dapat lebih spesifik. Karena menghasilkan *error* yang cukup tinggi, metode lain yang dapat digunakan untuk memprediksi atau meramalkan data tersebut pada penelitian selanjutnya yaitu dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Model* Cheng, Ruey Chin Tsaur, atau dengan menggunakan *Artificial Neural Network* atau Algoritma genetika.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah. 2015. *Manajemen Transportasi Dalam Kajian Dan Teori*. Jakarta Pusat: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- ASDP Indonesia Ferry. 2016. *Company Profile: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero)*. Jakarta: PT ASDP Indonesia Ferry (Persero).
- Arsyad, L. 2001. *Peramalan Bisnis*, Edisi Pertama. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Barry, R., dan Heizer, J. 2001. *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi: Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Boaisha, S. M., dan Amaitik, S.M. 2010. *Forecasting Model Based On Fuzzy Time Series Approach. Proceedings of the 11th International Arab Conference on Information Technology-ACIT*. Page 14-16.
- Brata, A. S. 2016. *Penerapan Fuzzy Time Series Dalam Peramalan Data Seasonal*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Chen, S. M. 1996. *Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series. Journal of Fuzzy Sets and System*, 81 (3): 311-319.
- Chen, S. M. 2002. *Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series. Journal of Fuzzy Sets and System*, 33 (1): 1-16.
- Chrysafiadi, K., dan Virvou, M. 2012. *Evaluating The Integration of Fuzzy Logic Into The Student Model of A Web-Based Learning Environment. International Expert System with Application* , Vol. 39, 13127-13134.
- Dewi, U. 2012. *Model Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (Egarch) Dan Penerapannya Pada Data Indeks Harga Saham (Studi Kasus Pada Saham Pt. Antam (Persero) Tbk)*. S1 Thesis, Universitas Negeri Yogyakarta.

- Elfajar, A. B., Setaiawan, B. D., Dewi, C. 2017. *Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Vol. 1, No. 2, hlm. 85-94.
- Fauziah, N., Sri, W., Yuki, K. N. 2016. *Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda)*. Jurnal Statistika. Vol. 4, No. 2, Hal 52-61.
- Furqon. 1999. *Statistika Terapan Untuk Penelitian*. Bandung: AFABETA.
- Frechtling, D. D. 2001. *Forcaseting Tourism Demand: Methods and Strategies*. Elsevier. Oxford.
- Gaspersz, V. 2008. *Forecast*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hanke, J. E., dan Wichen, D. W. 2005. *Business Forecasting*. New York: Prentice Hall.
- Haris, M. S. 2010. *Implementasi Metode Fuzzy Time Series dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-rata Untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan*. Jurnal Skripsi. Jurusan Matematika Universitas Brawijaya Malang.
- Indriyo, G., dan Najmudin, M. 2000. *Teknik Proyeksi Bisnis*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Kusumadewi, S., Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Makridakis, S. dan Wheelwright, S. C.. 1999, *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Miro, F. 2005. *Perencanaan Transportasi Untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi*. Jakarta: Erlangga.
- Nasution, M. N. 2008. *Manajemen Transportasi Edisi Ketiga*. Bogor: Ghalia Indonesia.

- Nugroho, K. 2016. *Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series*. Jurnal INFOKAM, Nomor 1 Th. XII/Maret/16.
- Pakaja, F., Naba, A., Purwanto. 2012. *Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dan Certainty Factor*. Jurnal EECCIS, Vol.6, No.1, Juni 2012.
- Poulsen, J. R. 2009. *Fuzzy Time Series Forecasting: Developing a new forecasting model based on high order fuzzy time series*. Aalborg University Esbjerg (AAUE).
- Purwaka, T. H. 1993. *Pelayaran Antar Pulau Indonesia*. Jakarta. Pusat Studi Wawasan Nusantara, Hukum dan Pembangunan. 300 halaman.
- Putra, N. A. 2017. *Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan Fuzzy Time Series Model Chen (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang)*. Jurnal Skripsi. FT UMRAH.
- Saputra, Y. D. 2016. *Rencana Pelabuhan Container Di Kota Kupang Nusa Tenggara Timur*. Rencana Pelabuhan. Universitas Darma Persada Jakarta.
- Shakouri, H. G., dan Menhaj, M. 2008. *A Systematic Fuzzy Decision-Making Process to Choose The Best Model Among A Set of Competing Models*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: System and Humans, Vol. 38 (5), 1118-1128.
- Somantri, A., dan Muhidin, S. A. 2006. *Aplikasi Statistika dalam Penelitian*. Bandung: Pustaka Ceria.
- Song, Q., dan Chissom, B. S. 1994. *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series-Part II*. *Journal of Fuzzy Sets and System*, 62:1-8.
- Sugiyono. 2004. *Statistika Untuk Penelitian: Cetakan Keenam*. Bandung: Alfabeta.
- Republik Indonesia. 2008. Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran.

- Ujianto, Y., dan Irawan, M. I. 2015. Perbandingan Performansi Metode Peramalan *Fuzzy Time Series* yang Dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* (Studi Kasus: Penutupan Harga IHSG). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 4, No.2, Hal. 31-36.
- Zainun, N. Y., dan Majid, M. Z. A., 2003. *Low Cost House Demand Predictor*. Universitas Teknologi Malaysia.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Penumpang dan Jumlah kendaraan

Bulan	Tahun					
	2015		2016		2017	
	Penumpang	Kendaraan	Penumpang	Kendaraan	Penumpang	Kendaraan
Januari	109310	151758	126776	155909	147795	165661
Februari	76372	130017	88022	138603	94365	135607
Maret	87027	150617	105245	146861	113240	153275
April	88034	154237	102225	143814	120014	159413
Mei	97470	152319	133712	168574	109934	161161
Juni	84730	148018	119167	174102	237968	311884
Juli	214711	288055	253453	301907	153476	202192
Agustus	86104	158447	103439	151155	120256	171798
September	86356	150994	145967	167119	126133	162389
Oktober	90527	152731	108256	147613		
November	80737	139077	103201	143162		
Desember	169359	192961	179777	202255		

Lampiran 2. Fuzzifikasi Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	Fuzzifikasi
2015	Januari	109310	A_2
	Februari	76372	A_1
	Maret	87027	A_1
	April	88034	A_1
	Mei	97470	A_1
	Juni	84730	A_1
	Juli	214711	A_6
	Agustus	86104	A_1
	September	86356	A_1
	Oktober	90527	A_1
	November	80737	A_1
	Desember	169359	A_4
2016	Januari	126776	A_2
	Februari	88022	A_1
	Maret	105245	A_2
	April	102225	A_2
	Mei	133712	A_3
	Juni	119167	A_2
	Juli	253453	A_7
	Agustus	103439	A_2
	September	145967	A_3
	Oktober	108256	A_2
	November	103201	A_2
	Desember	179777	A_5
2017	Januari	147795	A_3
	Februari	94365	A_1
	Maret	113240	A_2
	April	120014	A_2
	Mei	109934	A_2
	Juni	237968	A_7
	Juli	153476	A_4
	Agustus	120256	A_2
	September	126133	A_2

Lampiran 3. Fuzzifikasi Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	Fuzzifikasi
2015	Januari	151758	A_1
	Februari	130017	A_1
	Maret	150617	A_1
	April	154237	A_1
	Mei	152319	A_1
	Juni	148018	A_1
	Juli	288055	A_7
	Agustus	158447	A_2
	September	150994	A_1
	Oktober	152731	A_1
	November	139077	A_1
	Desember	192961	A_3
2016	Januari	155909	A_1
	Februari	138603	A_1
	Maret	146861	A_1
	April	143814	A_1
	Mei	168574	A_2
	Juni	174102	A_2
	Juli	301907	A_7
	Agustus	151155	A_1
	September	167119	A_2
	Oktober	147613	A_1
	November	143162	A_1
	Desember	202255	A_3
2017	Januari	165661	A_2
	Februari	135607	A_1
	Maret	153275	A_1
	April	159413	A_2
	Mei	161161	A_2
	Juni	311884	A_7
	Juli	202192	A_3
	Agustus	171798	A_2
	September	162389	A_2

Lampiran 4. FLR Orde Satu Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	FLR
2015	Januari	109310	
	Februari	76372	$A_2 \rightarrow A_1$
	Maret	87027	$A_1 \rightarrow A_1$
	April	88034	$A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	97470	$A_1 \rightarrow A_1$
	Juni	84730	$A_1 \rightarrow A_1$
	Juli	214711	$A_1 \rightarrow A_6$
	Agustus	86104	$A_6 \rightarrow A_1$
	September	86356	$A_1 \rightarrow A_1$
	Oktober	90527	$A_1 \rightarrow A_1$
	November	80737	$A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	169359	$A_1 \rightarrow A_4$
2016	Januari	126776	$A_4 \rightarrow A_2$
	Februari	88022	$A_2 \rightarrow A_1$
	Maret	105245	$A_1 \rightarrow A_2$
	April	102225	$A_2 \rightarrow A_1$
	Mei	133712	$A_2 \rightarrow A_3$
	Juni	119167	$A_3 \rightarrow A_2$
	Juli	253453	$A_2 \rightarrow A_7$
	Agustus	103439	$A_7 \rightarrow A_2$
	September	145967	$A_2 \rightarrow A_3$
	Oktober	108256	$A_3 \rightarrow A_2$
	November	103201	$A_2 \rightarrow A_2$
	Desember	179777	$A_2 \rightarrow A_5$
2017	Januari	147795	$A_5 \rightarrow A_3$
	Februari	94365	$A_3 \rightarrow A_1$
	Maret	113240	$A_1 \rightarrow A_2$
	April	120014	$A_2 \rightarrow A_2$
	Mei	109934	$A_2 \rightarrow A_2$
	Juni	237968	$A_2 \rightarrow A_7$
	Juli	153476	$A_7 \rightarrow A_4$
	Agustus	120256	$A_4 \rightarrow A_2$
	September	126133	$A_2 \rightarrow A_2$

Lampiran 5. FLR Orde Satu Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	FLR
2015	Januari	151758	
	Februari	130017	$A_1 \rightarrow A_1$
	Maret	150617	$A_1 \rightarrow A_1$
	April	154237	$A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	152319	$A_1 \rightarrow A_1$
	Juni	148018	$A_1 \rightarrow A_1$
	Juli	288055	$A_1 \rightarrow A_7$
	Agustus	158447	$A_7 \rightarrow A_2$
	September	150994	$A_2 \rightarrow A_1$
	Oktober	152731	$A_1 \rightarrow A_1$
	November	139077	$A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	192961	$A_1 \rightarrow A_3$
2016	Januari	155909	$A_3 \rightarrow A_1$
	Februari	138603	$A_1 \rightarrow A_1$
	Maret	146861	$A_1 \rightarrow A_1$
	April	143814	$A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	168574	$A_1 \rightarrow A_2$
	Juni	174102	$A_2 \rightarrow A_2$
	Juli	301907	$A_2 \rightarrow A_7$
	Agustus	151155	$A_7 \rightarrow A_1$
	September	167119	$A_1 \rightarrow A_2$
	Oktober	147613	$A_2 \rightarrow A_1$
	November	143162	$A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	202255	$A_1 \rightarrow A_3$
2017	Januari	165661	$A_3 \rightarrow A_2$
	Februari	135607	$A_2 \rightarrow A_1$
	Maret	153275	$A_1 \rightarrow A_1$
	April	159413	$A_1 \rightarrow A_2$
	Mei	161161	$A_2 \rightarrow A_2$
	Juni	311884	$A_2 \rightarrow A_7$
	Juli	202192	$A_7 \rightarrow A_3$
	Agustus	171798	$A_3 \rightarrow A_2$
	September	162389	$A_2 \rightarrow A_2$

Lampiran 6. FLR Orde Dua Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	FLR
2015	Januari	109310	
	Februari	76372	
	Maret	87027	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$
	April	88034	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	97470	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juni	84730	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juli	214711	$A_1, A_1 \rightarrow A_6$
	Agustus	86104	$A_1, A_6 \rightarrow A_1$
	September	86356	$A_6, A_1 \rightarrow A_1$
	Oktober	90527	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	November	80737	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	169359	$A_1, A_1 \rightarrow A_4$
2016	Januari	126776	$A_1, A_4 \rightarrow A_2$
	Februari	88022	$A_4, A_2 \rightarrow A_1$
	Maret	105245	$A_2, A_1 \rightarrow A_2$
	April	102225	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Mei	133712	$A_2, A_2 \rightarrow A_3$
	Juni	119167	$A_2, A_3 \rightarrow A_2$
	Juli	253453	$A_3, A_2 \rightarrow A_7$
	Agustus	103439	$A_2, A_7 \rightarrow A_2$
	September	145967	$A_7, A_2 \rightarrow A_3$
	Oktober	108256	$A_2, A_3 \rightarrow A_2$
	November	103201	$A_3, A_2 \rightarrow A_2$
	Desember	179777	$A_2, A_2 \rightarrow A_5$
2017	Januari	147795	$A_2, A_5 \rightarrow A_3$
	Februari	94365	$A_5, A_3 \rightarrow A_1$
	Maret	113240	$A_3, A_1 \rightarrow A_2$
	April	120014	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Mei	109934	$A_2, A_2 \rightarrow A_2$
	Juni	237968	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$
	Juli	153476	$A_2, A_7 \rightarrow A_4$
	Agustus	120256	$A_7, A_4 \rightarrow A_2$
	September	126133	$A_4, A_2 \rightarrow A_2$

Lampiran 7. FLR Orde Dua Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	FLR
2015	Januari	151758	
	Februari	130017	
	Maret	150617	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	April	154237	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	152319	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juni	148018	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juli	288055	$A_1, A_1 \rightarrow A_7$
	Agustus	158447	$A_1, A_7 \rightarrow A_2$
	September	150994	$A_7, A_2 \rightarrow A_1$
	Oktober	152731	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$
	November	139077	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	192961	$A_1, A_1 \rightarrow A_3$
2016	Januari	155909	$A_1, A_3 \rightarrow A_1$
	Februari	138603	$A_3, A_1 \rightarrow A_1$
	Maret	146861	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	April	143814	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	168574	$A_1, A_1 \rightarrow A_2$
	Juni	174102	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Juli	301907	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$
	Agustus	151155	$A_2, A_7 \rightarrow A_1$
	September	167119	$A_7, A_1 \rightarrow A_2$
	Oktober	147613	$A_1, A_2 \rightarrow A_1$
	November	143162	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	202255	$A_1, A_1 \rightarrow A_3$
2017	Januari	165661	$A_1, A_3 \rightarrow A_2$
	Februari	135607	$A_3, A_2 \rightarrow A_1$
	Maret	153275	$A_2, A_1 \rightarrow A_1$
	April	159413	$A_1, A_1 \rightarrow A_2$
	Mei	161161	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Juni	311884	$A_2, A_2 \rightarrow A_7$
	Juli	202192	$A_2, A_7 \rightarrow A_3$
	Agustus	171798	$A_7, A_3 \rightarrow A_2$
	September	162389	$A_3, A_2 \rightarrow A_2$

Lampiran 8. FLR Orde Tiga Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	FLR
2015	Januari	109310	
	Februari	76372	
	Maret	87027	
	April	88034	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	97470	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juni	84730	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juli	214711	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_6$
	Agustus	86104	$A_1, A_1, A_6 \rightarrow A_1$
	September	86356	$A_1, A_6, A_1 \rightarrow A_1$
	Oktober	90527	$A_6, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	November	80737	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	169359	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_4$
2016	Januari	126776	$A_1, A_1, A_4 \rightarrow A_2$
	Februari	88022	$A_1, A_4, A_2 \rightarrow A_1$
	Maret	105245	$A_4, A_2, A_1 \rightarrow A_2$
	April	102225	$A_2, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Mei	133712	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_3$
	Juni	119167	$A_2, A_2, A_3 \rightarrow A_2$
	Juli	253453	$A_2, A_3, A_2 \rightarrow A_7$
	Agustus	103439	$A_3, A_2, A_7 \rightarrow A_2$
	September	145967	$A_2, A_7, A_2 \rightarrow A_3$
	Oktober	108256	$A_7, A_2, A_3 \rightarrow A_2$
	November	103201	$A_2, A_3, A_2 \rightarrow A_2$
	Desember	179777	$A_3, A_2, A_2 \rightarrow A_5$
2017	Januari	147795	$A_2, A_2, A_5 \rightarrow A_3$
	Februari	94365	$A_2, A_5, A_3 \rightarrow A_1$
	Maret	113240	$A_5, A_3, A_1 \rightarrow A_2$
	April	120014	$A_3, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Mei	109934	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_2$
	Juni	237968	$A_2, A_2, A_2 \rightarrow A_7$
	Juli	153476	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_4$
	Agustus	120256	$A_2, A_7, A_4 \rightarrow A_2$
	September	126133	$A_7, A_4, A_2 \rightarrow A_2$

Lampiran 9. FLR Orde Tiga Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	FLR
2015	Januari	151758	
	Februari	130017	
	Maret	150617	
	April	154237	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	152319	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juni	148018	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Juli	288055	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_7$
	Agustus	158447	$A_1, A_1, A_7 \rightarrow A_2$
	September	150994	$A_1, A_7, A_2 \rightarrow A_1$
	Oktober	152731	$A_7, A_2, A_1 \rightarrow A_1$
	November	139077	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	192961	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_3$
2016	Januari	155909	$A_1, A_1, A_3 \rightarrow A_1$
	Februari	138603	$A_1, A_3, A_1 \rightarrow A_1$
	Maret	146861	$A_3, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	April	143814	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$
	Mei	168574	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_2$
	Juni	174102	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Juli	301907	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_7$
	Agustus	151155	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_1$
	September	167119	$A_2, A_7, A_1 \rightarrow A_2$
	Oktober	147613	$A_7, A_1, A_2 \rightarrow A_1$
	November	143162	$A_1, A_2, A_1 \rightarrow A_1$
	Desember	202255	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_3$
2017	Januari	165661	$A_1, A_1, A_3 \rightarrow A_2$
	Februari	135607	$A_1, A_3, A_2 \rightarrow A_1$
	Maret	153275	$A_3, A_2, A_1 \rightarrow A_1$
	April	159413	$A_2, A_1, A_1 \rightarrow A_2$
	Mei	161161	$A_1, A_1, A_2 \rightarrow A_2$
	Juni	311884	$A_1, A_2, A_2 \rightarrow A_7$
	Juli	202192	$A_2, A_2, A_7 \rightarrow A_3$
	Agustus	171798	$A_2, A_7, A_3 \rightarrow A_2$
	September	162389	$A_7, A_3, A_2 \rightarrow A_2$

Lampiran 10. Hasil Peramalan Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	Hasil Peramalan		
			Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga
2015	Januari	109310			
	Februari	76372	154793.4		
	Maret	87027	145939.1	101667.9	
	April	88034	145939.1	156479.9	89018.93
	Mei	97470	145939.1	156479.9	156479.9
	Juni	84730	145939.1	156479.9	156479.9
	Juli	214711	145939.1	156479.9	156479.9
	Agustus	86104	89018.93	89018.93	89018.93
	September	86356	145939.1	89018.93	89018.93
	Oktober	90527	145939.1	156479.9	89018.93
	November	80737	145939.1	156479.9	156479.9
	Desember	169359	145939.1	156479.9	156479.9
2016	Januari	126776	114316.8	114316.8	114316.8
	Februari	88022	154793.4	101667.9	89018.93
	Maret	105245	145939.1	101667.9	114316.8
	April	102225	154793.4	114316.8	114316.8
	Mei	133712	154793.4	171237	126965.7
	Juni	119167	101667.9	114316.8	114316.8
	Juli	253453	154793.4	177561.4	177561.4
	Agustus	103439	139614.6	139614.6	114316.8
	September	145967	154793.4	139614.6	139614.6
	Oktober	108256	101667.9	114316.8	114316.8
	November	103201	154793.4	177561.4	177561.4
	Desember	179777	154793.4	171237	190210.4
2017	Januari	147795	139614.6	139614.6	139614.6
	Februari	94365	101667.9	89018.93	89018.93
	Maret	113240	145939.1	114316.8	114316.8
	April	120014	154793.4	114316.8	114316.8
	Mei	109934	154793.4	171237	126965.7
	Juni	237968	154793.4	171237	240806.1
	Juli	153476	139614.6	139614.6	164912.5
	Agustus	120256	114316.8	114316.8	114316.8
	September	126133	154793.4	101667.9	114316.8

Lampiran 11. Hasil Peramalan Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	Hasil Peramalan		
			Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga
2015	Januari	151758			
	Februari	130017	201460.7		
	Maret	150617	201460.7	201460.7	
	April	154237	201460.7	201460.7	201460.7
	Mei	152319	201460.7	201460.7	201460.7
	Juni	148018	201460.7	201460.7	201460.7
	Juli	288055	201460.7	201460.7	201460.7
	Agustus	158447	168978.6	168978.6	168978.6
	September	150994	203626.2	142992.9	142992.9
	Oktober	152731	201460.7	142992.9	142992.9
	November	139077	201460.7	201460.7	168978.6
	Desember	192961	201460.7	201460.7	201460.7
2016	Januari	155909	155985.7	155985.7	155985.7
	Februari	138603	201460.7	142992.9	142992.9
	Maret	146861	201460.7	201460.7	142992.9
	April	143814	201460.7	201460.7	201460.7
	Mei	168574	201460.7	201460.7	201460.7
	Juni	174102	203626.2	155985.7	168978.6
	Juli	301907	203626.2	298907.1	298907.1
	Agustus	151155	168978.6	168978.6	168978.6
	September	167119	201460.7	168978.6	168978.6
	Oktober	147613	203626.2	155985.7	142992.9
	November	143162	201460.7	142992.9	142992.9
	Desember	202255	201460.7	201460.7	168978.6
2017	Januari	165661	155985.7	155985.7	155985.7
	Februari	135607	203626.2	155985.7	142992.9
	Maret	153275	201460.7	142992.9	142992.9
	April	159413	201460.7	201460.7	168978.6
	Mei	161161	203626.2	155985.7	168978.6
	Juni	311884	203626.2	298907.1	298907.1
	Juli	202192	168978.6	168978.6	168978.6
	Agustus	171798	155985.7	168978.6	168978.6
	September	162389	203626.2	155985.7	168978.6

Lampiran 12. Hasil Ukuran Ketepatan Orde Satu Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
2015	Januari	109310	154793.4	-78421.4	6149909256	78421.4	102.68
	Februari	76372	154793.4	-78421.4	6149909256	78421.4	102.68
	Maret	87027	145939.1	-58912.1	3470636368	58912.1	67.694
	April	88034	145939.1	-57905.1	3353001433	57905.1	65.776
	Mei	97470	145939.1	-48469.1	2349254347	48469.1	49.727
	Juni	84730	145939.1	-61209.1	3746554797	61209.1	72.24
	Juli	214711	145939.1	68771.89	4729573247	68771.9	32.03
	Agustus	86104	89018.93	-2914.93	8496808.577	2914.93	3.3854
	September	86356	145939.1	-59583.1	3550146657	59583.1	68.997
	Oktober	90527	145939.1	-55412.1	3070501618	55412.1	61.211
	November	80737	145939.1	-65202.1	4251314776	65202.1	80.759
	Desember	169359	145939.1	23419.89	548491381.4	23419.9	13.829
2016	Januari	126776	114316.8	12459.21	155232020.6	12459.2	9.8277
	Februari	88022	154793.4	-66771.4	4458414135	66771.4	75.858
	Maret	105245	145939.1	-40694.1	1656010356	40694.1	38.666
	April	102225	154793.4	-52568.4	2763432173	52568.4	51.424
	Mei	133712	154793.4	-21081.4	444423619	21081.4	15.766
	Juni	119167	101667.9	17499.14	306220000.7	17499.1	14.685
	Juli	253453	154793.4	98659.64	9733725129	98659.6	38.926
	Agustus	103439	139614.6	-36175.6	1308677136	36175.6	34.973
	September	145967	154793.4	-8826.36	77904580.41	8826.36	6.0468
	Oktober	108256	101667.9	6588.143	43403626.31	6588.14	6.0857
	November	103201	154793.4	-51592.4	2661771316	51592.4	49.992
	Desember	179777	154793.4	24983.64	624182410.4	24983.6	13.897
2017	Januari	147795	139614.6	8180.357	66918242.98	8180.36	5.5349
	Februari	94365	101667.9	-7302.86	53331722.45	7302.86	7.7389
	Maret	113240	145939.1	-32699.1	1069231608	32699.1	28.876
	April	120014	154793.4	-34779.4	1209603683	34779.4	28.979
	Mei	109934	154793.4	-44859.4	2012361923	44859.4	40.806
	Juni	237968	154793.4	83174.64	6918021214	83174.6	34.952
	Juli	153476	139614.6	13861.36	192137221.8	13861.4	9.0316
	Agustus	120256	114316.8	5939.214	35274266.33	5939.21	4.9388
	September	126133	154793.4	-28660.4	821416071.6	28660.4	22.722
				MSE	2244986661		
				MAE		39924.3	
				MAPE			36.189

Lampiran 13. Hasil Ukuran Ketepatan Orde Satu Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
2015	Januari	151758					
	Februari	130017	201460.7	-71443.7	5104204311	71443.7	54.95
	Maret	150617	201460.7	-50843.7	2585083282	50843.7	33.757
	April	154237	201460.7	-47223.7	2230079191	47223.7	30.618
	Mei	152319	201460.7	-49141.7	2414908083	49141.7	32.262
	Juni	148018	201460.7	-53442.7	2856123710	53442.7	36.106
	Juli	288055	201460.7	86594.29	7498570318	86594.3	30.062
	Agustus	158447	168978.6	-10531.6	110913996.8	10531.6	6.6467
	September	150994	203626.2	-52632.2	2770147474	52632.2	34.857
	Oktober	152731	201460.7	-48729.7	2374585054	48729.7	31.906
	November	139077	201460.7	-62383.7	3891727808	62383.7	44.856
	Desember	192961	201460.7	-8499.71	72245142.94	8499.71	4.4049
2016	Januari	155909	155985.7	-76.7143	5885.081633	76.7143	0.0492
	Februari	138603	201460.7	-62857.7	3951092245	62857.7	45.351
	Maret	146861	201460.7	-54599.7	2981128800	54599.7	37.178
	April	143814	201460.7	-57646.7	3323143668	57646.7	40.084
	Mei	168574	201460.7	-32886.7	1081535977	32886.7	19.509
	Juni	174102	203626.2	-29524.2	871677823.3	29524.2	16.958
	Juli	301907	203626.2	98280.81	9659117521	98280.8	32.553
	Agustus	151155	168978.6	-17823.6	317679698.5	17823.6	11.792
	September	167119	201460.7	-34341.7	1179353340	34341.7	20.549
	Oktober	147613	203626.2	-56013.2	3137477507	56013.2	37.946
	November	143162	201460.7	-58298.7	3398740087	58298.7	40.722
	Desember	202255	201460.7	794.2857	630889.7959	794.286	0.3927
2017	Januari	165661	155985.7	9675.286	93611153.65	9675.29	5.8404
	Februari	135607	203626.2	-68019.2	4626610273	68019.2	50.159
	Maret	153275	201460.7	-48185.7	2321863061	48185.7	31.437
	April	159413	201460.7	-42047.7	1768010277	42047.7	26.377
	Mei	161161	203626.2	-42465.2	1803292402	42465.2	26.35
	Juni	311884	203626.2	108257.8	11719753323	108258	34.711
	Juli	202192	168978.6	33213.43	1103131837	33213.4	16.427
	Agustus	171798	155985.7	15812.29	250028379.5	15812.3	9.204
	September	162389	203626.2	-41237.2	1700505878	41237.2	25.394
				MSE	2724905575		
				MAE		45422.6	
				MAPE			27.169

Lampiran 14. Hasil Ukuran Ketepatan Orde Dua Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
2015	Januari	109310					
	Februari	76372					
	Maret	87027	101667.9	-14640.9	214354697.9	14640.9	16.82
	April	88034	156479.9	-68445.9	4684838619	68445.9	77.75
	Mei	97470	156479.9	-59009.9	3482166050	59009.9	60.54
	Juni	84730	156479.9	-71749.9	5148045417	71749.9	84.68
	Juli	214711	156479.9	58231.12	3390863226	58231.1	27.12
	Agustus	86104	89018.93	-2914.93	8496808.577	2914.93	3.385
	September	86356	89018.93	-2662.93	7091188.577	2662.93	3.084
	Oktober	90527	156479.9	-65952.9	4349782506	65952.9	72.85
	November	80737	156479.9	-75742.9	5736984015	75742.9	93.81
	Desember	169359	156479.9	12879.12	165871707.4	12879.1	7.605
2016	Januari	126776	114316.8	12459.21	155232020.6	12459.2	9.828
	Februari	88022	101667.9	-13645.9	186209417.2	13645.9	15.5
	Maret	105245	101667.9	3577.143	12795951.02	3577.14	3.399
	April	102225	114316.8	-12091.8	146211281.8	12091.8	11.83
	Mei	133712	171237	-37525	1408122945	37525	28.06
	Juni	119167	114316.8	4850.214	23524578.62	4850.21	4.07
	Juli	253453	177561.4	75891.57	5759530614	75891.6	29.94
	Agustus	103439	139614.6	-36175.6	1308677136	36175.6	34.97
	September	145967	139614.6	6352.357	40352441.27	6352.36	4.352
	Oktober	108256	114316.8	-6060.79	36733123.47	6060.79	5.599
	November	103201	177561.4	-74360.4	5529473337	74360.4	72.05
	Desember	179777	171237	8540.036	72932210	8540.04	4.75
2017	Januari	147795	139614.6	8180.357	66918242.98	8180.36	5.535
	Februari	94365	89018.93	5346.071	28580479.72	5346.07	5.665
	Maret	113240	114316.8	-1076.79	1159467.474	1076.79	0.951
	April	120014	114316.8	5697.214	32458250.62	5697.21	4.747
	Mei	109934	171237	-61303	3758053430	61303	55.76
	Juni	237968	171237	66731.04	4453031128	66731	28.04
	Juli	153476	139614.6	13861.36	192137221.8	13861.4	9.032
	Agustus	120256	114316.8	5939.214	35274266.33	5939.21	4.939
	September	126133	101667.9	24465.14	598543215	24465.1	19.4
				MSE	1646272419		
				MAE		29560	
				MAPE			26

Lampiran 15. Hasil Ukuran Ketepatan Orde Dua Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
2015	Januari	151758					
	Februari	130017					
	Maret	150617	201460.7	-50843.7	2585083282	50843.7	33.76
	April	154237	201460.7	-47223.7	2230079191	47223.7	30.62
	Mei	152319	201460.7	-49141.7	2414908083	49141.7	32.26
	Juni	148018	201460.7	-53442.7	2856123710	53442.7	36.11
	Juli	288055	201460.7	86594.29	7498570318	86594.3	30.06
	Agustus	158447	168978.6	-10531.6	110913996.8	10531.6	6.647
	September	150994	142992.9	8001.143	64018287.02	8001.14	5.299
	Oktober	152731	142992.9	9738.143	94831426.31	9738.14	6.376
	November	139077	201460.7	-62383.7	3891727808	62383.7	44.86
	Desember	192961	201460.7	-8499.71	72245142.94	8499.71	4.405
2016	Januari	155909	155985.7	-76.7143	5885.081633	76.7143	0.049
	Februari	138603	142992.9	-4389.86	19270845.73	4389.86	3.167
	Maret	146861	201460.7	-54599.7	2981128800	54599.7	37.18
	April	143814	201460.7	-57646.7	3323143668	57646.7	40.08
	Mei	168574	201460.7	-32886.7	1081535977	32886.7	19.51
	Juni	174102	155985.7	18116.29	328199808.1	18116.3	10.41
	Juli	301907	298907.1	2999.857	8999142.878	2999.86	0.994
	Agustus	151155	168978.6	-17823.6	317679698.5	17823.6	11.79
	September	167119	168978.6	-1859.57	3458005.898	1859.57	1.113
	Oktober	147613	155985.7	-8372.71	70102344.51	8372.71	5.672
	November	143162	142992.9	169.1429	28609.30612	169.143	0.118
	Desember	202255	201460.7	794.2857	630889.7959	794.286	0.393
2017	Januari	165661	155985.7	9675.286	93611153.65	9675.29	5.84
	Februari	135607	155985.7	-20378.7	415291995.9	20378.7	15.03
	Maret	153275	142992.9	10282.14	105722461.7	10282.1	6.708
	April	159413	201460.7	-42047.7	1768010277	42047.7	26.38
	Mei	161161	155985.7	5175.286	26783582.22	5175.29	3.211
	Juni	311884	298907.1	12976.86	168398821.3	12976.9	4.161
	Juli	202192	168978.6	33213.43	1103131837	33213.4	16.43
	Agustus	171798	168978.6	2819.429	7949177.469	2819.43	1.641
	September	162389	155985.7	6403.286	41002067.94	6403.29	3.943
				MSE	1086535042		
				MAE		23519.6	
				MAPE			14.33

Lampiran 16. Hasil Ukuran Ketepatan Orde Tiga Jumlah Penumpang

Tahun	Bulan	Penumpang	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
2015	Januari	109310					
	Februari	76372					
	Maret	87027					
	April	88034	89018.9	-984.93	970084.291	984.929	1.1188
	Mei	97470	156480	-59010	3482166050	59009.9	60.5416
	Juni	84730	156480	-71750	5148045417	71749.9	84.6806
	Juli	214711	156480	58231.1	3390863226	58231.1	27.1207
	Agustus	86104	89018.9	-2914.9	8496808.58	2914.93	3.38536
	September	86356	89018.9	-2662.9	7091188.58	2662.93	3.08366
	Oktober	90527	89018.9	1508.07	2274279.43	1508.07	1.66588
	November	80737	156480	-75743	5736984015	75742.9	93.8143
	Desember	169359	156480	12879.1	165871707	12879.1	7.60463
2016	Januari	126776	114317	12459.2	155232021	12459.2	9.82774
	Februari	88022	89018.9	-996.93	993866.577	996.929	1.13259
	Maret	105245	114317	-9071.8	82297296	9071.79	8.61968
	April	102225	114317	-12092	146211282	12091.8	11.8286
	Mei	133712	126966	6746.29	45512370.9	6746.29	5.04539
	Juni	119167	114317	4850.21	23524578.6	4850.21	4.0701
	Juli	253453	177561	75891.6	5759530614	75891.6	29.9431
	Agustus	103439	114317	-10878	118326222	10877.8	10.5161
	September	145967	139615	6352.36	40352441.3	6352.36	4.35191
	Oktober	108256	114317	-6060.8	36733123.5	6060.79	5.59857
	November	103201	177561	-74360	5529473337	74360.4	72.054
	Desember	179777	190210	-10433	108854941	10433.4	5.8035
2017	Januari	147795	139615	8180.36	66918243	8180.36	5.53493
	Februari	94365	89018.9	5346.07	28580479.7	5346.07	5.66531
	Maret	113240	114317	-1076.8	1159467.47	1076.79	0.95089
	April	120014	114317	5697.21	32458250.6	5697.21	4.74712
	Mei	109934	126966	-17032	290079292	17031.7	15.4927
	Juni	237968	240806	-2838.1	8054649.43	2838.07	1.19263
	Juli	153476	164913	-11437	130793532	11436.5	7.45165
	Agustus	120256	114317	5939.21	35274266.3	5939.21	4.93881
	September	126133	114317	11816.2	139622920	11816.2	9.36806
				MSE	1024091532	32001.4	
				MAE		19507.9	
				MAPE			16.905

Lampiran 17. Hasil Ukuran Ketepatan Orde Tiga Jumlah Kendaraan

Tahun	Bulan	Kendaraan	Nilai Peramalan	Error	Error ²	Abs Error	Abs PE
2015	Januari	151758					
	Februari	130017					
	Maret	150617					
	April	154237	201460.7	-47223.7	2230079191	47223.71	30.61763
	Mei	152319	201460.7	-49141.7	2414908083	49141.71	32.26237
	Juni	148018	201460.7	-53442.7	2856123710	53442.71	36.10555
	Juli	288055	201460.7	86594.3	7498570318	86594.29	30.06172
	Agustus	158447	168978.6	-10531.6	110913996.8	10531.57	6.646747
	September	150994	142992.9	8001.14	64018287.02	8001.143	5.298981
	Oktober	152731	142992.9	9738.14	94831426.31	9738.143	6.376009
	November	139077	168978.6	-29901.6	894103973.9	29901.57	21.50001
	Desember	192961	201460.7	-8499.71	72245142.94	8499.714	4.404887
2016	Januari	155909	155985.7	-76.7143	5885.081633	76.71429	0.049205
	Februari	138603	142992.9	-4389.86	19270845.73	4389.857	3.167217
	Maret	146861	142992.9	3868.14	14962529.16	3868.143	2.63388
	April	143814	201460.7	-57646.7	3323143668	57646.71	40.08422
	Mei	168574	201460.7	-32886.7	1081535977	32886.71	19.50877
	Juni	174102	168978.6	5123.43	26249520.33	5123.429	2.942774
	Juli	301907	298907.1	2999.86	8999142.878	2999.857	0.993636
	Agustus	151155	168978.6	-17823.6	317679698.5	17823.57	11.79159
	September	167119	168978.6	-1859.57	3458005.898	1859.571	1.112723
	Oktober	147613	142992.9	4620.14	21345720.02	4620.143	3.129902
	November	143162	142992.9	169.143	28609.30612	169.1429	0.118148
	Desember	202255	168978.6	33276.4	1107320698	33276.43	16.45271
2017	Januari	165661	155985.7	9675.29	93611153.65	9675.286	5.840412
	Februari	135607	142992.9	-7385.86	54550885.73	7385.857	5.446516
	Maret	153275	142992.9	10282.1	105722461.7	10282.14	6.708297
	April	159413	168978.6	-9565.57	91500156.76	9565.571	6.000496
	Mei	161161	168978.6	-7817.57	61114423.04	7817.571	4.850784
	Juni	311884	298907.1	12976.9	168398821.3	12976.86	4.160796
	Juli	202192	168978.6	33213.4	1103131837	33213.43	16.42668
	Agustus	171798	168978.6	2819.43	7949177.469	2819.429	1.64113
	September	162389	168978.6	-6589.57	43422451.61	6589.571	4.057893
				MSE	796306526.6	28218.9	
				MAE		19237.4	
				MAPE			11.01306