



TESIS - SM 142501

**PERBANDINGAN PERAMALAN PENJUALAN
PRODUK BENIH DENGAN SUPPORT VECTOR
*REGRESSION DAN FUZZY TIME SERIES***

SAIFUL AKBAR
NRP 1213 201 028

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. M. Isa Irawan, M.T.

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



THESIS - SM 142501

COMPARISON OF SALE FORECASTING IN SEED PRODUCT WITH THE SUPPORT VECTOR REGRESSION AND FUZZY TIME SERIES

SAIFUL AKBAR
NRP 1213 201 028

SUPERVISOR
Prof. Dr. M. Isa Irawan, M.T.

MASTER DEGREE
MATHEMATICS DEPARTMENT
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016

**PERBANDINGAN PERAMALAN PENJUALAN PRODUK
BENIH DENGAN SUPPORT VECTOR REGRESSION DAN
FUZZY TIME SERIES**

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Sains (M.Si.)
di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

oleh:

SAIFUL AKBAR

NRP. 1213 201 028

Tanggal Ujian : 26 Juli 2016

Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh:

Prof. Dr. M. Isa Irawan, M.T.
NIP. 19631225 198903 1 001

(Pembimbing)

Dr. Imam Mukhlash, S.Si., M.T.
NIP. 19700831 199403 1 003

(Penguji)

Dr. Dwi Ratna S., S.Si., M.T.
NIP. 19690405 199403 2 003

(Penguji)

Dr. Budi Setiyono, S.Si., M.T.
NIP.19720207 199702 1 001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.

NIP. 19601202 198701 1 001

PERBANDINGAN PERAMALAN PENJUALAN PRODUK BENIH DENGAN SUPPORT VECTOR REGRESSION DAN FUZZY TIME SERIES

Nama Mahasiswa : Saiful Akbar
NRP : 1213 201 028
Pembimbing : Prof. Dr. M. Isa Irawan, M.T.

ABSTRAK

Penjualan merupakan salah satu indikator paling penting dalam sebuah perusahaan. Bila tingkat penjualan yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut besar, maka laba yang dihasilkan perusahaan itu pun akan besar pula sehingga perusahaan dapat bertahan dalam persaingan bisnis dan bisa mengembangkan usahanya. Dalam hal ini, cara yang efektif dan memegang peranan penting untuk dapat meningkatkan laba perusahaan yaitu mengenai peramalan penjualan (*sales forecasting*). Peramalan penjualan akan memberikan gambaran tentang kemampuan menjual di waktu yang akan datang. Metode yang digunakan untuk peramalan sangat beragam. Salah satu metode peramalan yang sering digunakan adalah metode *time series*. Penelitian ini menampilkan dua metode peramalan yaitu *Support Vector Regression* (SVR) dan *Fuzzy Time Series*. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan nilai tingkat kesalahan dari kedua metode untuk hasil peramalan yang dihitung berdasarkan hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data aktual penjualan benih dari dua jenis paria. Dari hasil uji coba dengan menggunakan kedua metode menunjukkan nilai MAPE menggunakan SVR pada paria hijau sebesar $2,1253 \times 10^{-9}$ dan pada paria putih sebesar $1,3 \times 10^{-3}$ sedangkan nilai MAPE menggunakan *Fuzzy Time Series* pada paria hijau sebesar $4,1619 \times 10^{-2}$ dan pada paria putih sebesar $3,5321 \times 10^{-2}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa peramalan penjualan benih paria menggunakan metode SVR memberikan kinerja yang lebih baik dibanding metode *Fuzzy Time Series*.

Kata kunci: Peramalan, *Support Vector Regression*, *Fuzzy Time Series*.

COMPARISON OF SALE FORECASTING IN SEED PRODUCT WITH THE SUPPORT VECTOR REGRESSION AND FUZZY TIME SERIES

Student Name : Saiful Akbar

Student Identity Number : 1213 201 028

Supervisor : Prof. Dr. M. Isa Irawan, M.T.

ABSTRACT

Sales is one of the most important indicators of a company. When the level of sales generated from the company is large, when profit of the company generated would be greater so that the company can withstand the competition and develop their businesses. In this case, an effective way and plays an important role to increase its profit is the sales forecast. Sales forecast will provide an overview of the ability to sell in the future. The method used for forecasting very diverse. One method of forecasting that is often used is the method of time series. This study featured two forecasting methods, namely Support Vector Regression (SVR) and Fuzzy Time Series. The purpose of this study was to compare the value of the error rate of the two methods for forecasting results are calculated based on the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The data used in this study is the actual data from two types of seed sales pariah. From the test results using both methods showed the MAPE using SVR to green pariah by $2,1253 \times 10^{-9}$ and white pariah $1,3 \times 10^{-3}$ while the value of MAPE using Fuzzy Time Series to green pariah by $4,1619 \times 10^{-2}$ and white pariah by $3,5321 \times 10^{-2}$. It concluded that forecasting sales of seeds pariah using SVR method provides better performance than Fuzzy Time Series.

Keywords: Forecasting, Support Vector Regression, Fuzzy Time Series.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillaahirobbil'aalamiin, segala puji bagi Allah SWT. yang selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul

Perbandingan Peramalan Penjualan Produk Benih dengan *Support Vector Regression* dan *Fuzzy Time Series*

sebagai salah satu syarat kelulusan untuk program Magister Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Penyusunan Tesis ini tidak terlepas dari bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc., Es., Ph.D. selaku Rektor ITS.
2. Bapak Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D. selaku Direktur Program Pascasarjana ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc. selaku Dekan FMIPA ITS.
4. Bapak Dr. Imam Mukhlash, M.T. selaku Ketua Jurusan Matematika ITS dan dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan motivasi kepada penulis untuk memperbaiki Tesis ini.
5. Bapak Dr. Mahmud Yunus, M.Si. selaku Koordinator Program Studi Pascasarjana Matematika ITS.
6. Bapak Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, M.T. selaku dosen wali dan dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingannya kepada penulis.
7. Bapak Dr. Budi Setiyono, S.Si., M.T., dan Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan motivasi kepada penulis untuk memperbaiki Tesis ini.
8. Seluruh dosen jurusan Matematika FMIPA ITS yang telah memberikan bekal dan ilmu pengetahuan kepada penulis serta staf administrasi Program Studi Magister Matematika atas segala bantuannya.

9. Kedua orang tuaku (Alm. Ach Utomo dan Almh. Maisaro) serta kakakku (Zainal Arifin) yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tiada terhingga, yang tiada mungkin kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi awal langkah untuk membuat Bapak dan Ibu bahagia karena selama ini belum bisa berbuat lebih. Untuk Bapak dan Ibu selalu termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehati menjadi orang yang lebih baik.

Terima kasih Bapak...Terima kasih Ibu.

10. Santoso yang telah mengajari dan membantu tesis saya sehingga dapat selesai.
11. Andria yelo, Nurul, Imam sahabat penulis lainnya atas semua bantuan, semangat, dan dukungannya selama proses penulisan Tesis ini.
12. Fiqih R. H. yang telah sudi memberi pinjaman Laptop dan printer.
13. Indah Nurul Inayah yang telah sabar menunggu dan memotivasi serta keluarganya yang tak pernah berhenti mendoakan kelancaran studi.
14. Keluarga besar Pascasarjana Matematika ITS 2013, dan semua pihak yang telah membantu proses penulisan Tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Dengan demikian, penulis menerima apabila ada kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan Tesis ini. Semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Penjualan (<i>Sales</i>).....	6
2.3 Metode Support Vector Regression (SVR).....	7
2.3.1 Formulasi SVR dalam QP Standart	10
2.3.2 Metode Kernel	11
2.4 Metode Fuzzy Time Series	13
2.4.1 Definisi Fuzzy Time Series.....	13
2.4.2 Algoritma Fuzzy Time Series	14
2.5 Peramalan.....	18
2.5.1 Langkah-langkah Peramalan.....	18
2.5.2 Pengukuran Hasil Peramalan	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Tahapan Penelitian.....	21
3.2 Diagram Alur Proses Penelitian.....	22

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pengambilan dan Pengolahan Data	25
4.2 Implementasi Metode <i>Support Vector Regression</i> (SVR).....	25
4.3 Implementasi Metode <i>Fuzzy Time Series</i> (FTS)	27
4.4 Analisa dan Pembahasan	30
4.4.1 Metode SVR	30
4.4.2 Metode FTS	34
4.5 Perbandingan Metode SVR dan FTS	36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	41
BIOGRAFI PENULIS	43
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Pemetaan Basis.....	15
Tabel 4.1 Hasil perhitungan MAPE yang ditinjau dari parameter <i>epsilon</i> dengan $C=10$ dan fungsi kernel linear	31
Tabel 4.2 Hasil perhitungan MAPE yang ditinjau dari parameter <i>epsilon</i> dengan $C=100$ dan fungsi kernel linear	32
Tabel 4.3 Hasil perhitungan MAPE yang ditinjau dari parameter <i>epsilon</i> dengan $C=1000$ dan fungsi kernel linear.....	32
Tabel 4.4 Perbandingan MAPE dengan Metode SVR dan FTS.....	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 ε -insesitive loss function	8
Gambar 3.1 Diagram Alur Proses Penelitian	22
Gambar 3.2 Diagram alur penelitian ke 2 metode	23
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Data Peramalan Penjualan Paria Hijau	33
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Data Peramalan Penjualan Paria Putih.....	34
Gambar 4.3 Grafik Hasil Peramalan dengan <i>Fuzzy Time Series</i> pada Data Penjualan Jenis Paria Hijau	35
Gambar 4.4 Grafik Hasil Peramalan dengan <i>Fuzzy Time Series</i> pada Data Penjualan Jenis Paria Putih	36

DAFTAR SIMBOL

av	= Nilai rata-rata.
n	= Jumlah observasi.
D_t	= Data ke i.
D_{t-1}	= Data ke i-1.
B	= Nilai basis.
P_{ij}	= Probabilitas transisi dari <i>state</i> A_i ke A_j satu langkah.
M_{ij}	= Jumlah data yang termasuk dalam <i>state</i> A_i Ke A_j satu langkah.
m_{j-1}, m_{j+1}	= Nilai tengah u_{j-1}, u_{j+1} .
$Y_{(t-1)}$	= Nilai dari <i>state</i> A_j pada waktu t-1.
l	= Nilai basis interval.
s	= Jumlah lompatan ke depan.
v	= Jumlah lompatan ke belakang.
Y_t	= Data aktual penjualan benih pada bulan t .
\hat{Y}_t	= Data aktual hasil ramalan penjualan benih paria.
n	= Jumlah data penjualan benih paria.
t	= Bulan penjualan benih paria.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penjualan merupakan salah satu indikator paling penting dalam sebuah perusahaan. Bila tingkat penjualan yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut besar, maka laba yang dihasilkan perusahaan itu pun akan besar pula sehingga perusahaan dapat bertahan dalam persaingan bisnis dan bisa mengembangkan usahanya. Dalam hal ini, cara yang efektif dan memegang peranan penting untuk dapat meningkatkan laba perusahaan yaitu mengenai peramalan penjualan (*sales forecasting*).

Peramalan penjualan sendiri merupakan salah satu bagian yang berada dalam rantai suplai. Data penjualan pada setiap periode berguna untuk melihat gambaran penjualan perusahaan, apakah mengalami kenaikan ataupun penurunan. Ramalan penjualan akan memberikan gambaran tentang kemampuan menjual di waktu yang akan datang. Data peramalan penjualan dapat digunakan untuk dasar perencanaan produksi untuk mencegah terjadinya *over production* maupun *under production* yang menyebabkan perusahaan kehilangan kesempatan dalam menjual hasil produksinya. Hasil dari peramalan penjualan ini dapat digunakan untuk menentukan atau merencanakan biaya-biaya lain dalam perusahaan seperti biaya produksi, biaya promosi yang juga berpengaruh dalam menentukan jumlah barang atau bahan baku yang dipesan oleh perusahaan dalam memproduksi. Sehingga dari hasil peramalan penjualan dengan tingkat akurasi atau ketepatan yang tinggi, maka perusahaan dapat membuat anggaran perusahaan lebih baik, baik anggaran parsial yang meliputi anggaran produksi, anggaran keuangan dan anggaran penjualan maupun anggaran konprehensif.

Metode yang digunakan untuk peramalan sangat beragam. Salah satu metode peramalan yang sering digunakan adalah metode *time series*. Deret waktu (*time series*) merupakan suatu deretan obsevasi yang diambil secara berurutan berdasarkan waktu dengan interval yang sama, yaitu harian, mingguan, bulanan, tahunan atau periode waktu lainnya. Metode peramalan dengan data *time series*

berkembang cukup pesat mengakibatkan terdapat banyak pilihan metode yang dapat digunakan untuk meramalkan data sesuai dengan kebutuhan sehingga perlu membandingkan metode yang satu dengan metode lainnya untuk mendapatkan hasil ramalan dengan akurasi yang tinggi. Dalam *time series* sendiri terdapat beberapa cara yang sering dipergunakan seperti metode statistik yaitu ARIMA, *regression*, *filter kalman* dan lain sebagainya.

Dalam hal peramalan, kecermatan dan ketepatan sangat penting sehingga permasalahan yang sering muncul adalah jenis metode peramalan yang digunakan. Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu tentang *Research on Support Vector Regression in the Stock Market Forecasting* oleh Cai (Cai, C., dkk, 2012). Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan dukungan *support vector* untuk *time series* keuangan prediksi jangka pendek dapat diterapkan, sehingga dikatakan bahwa penggunaan *support vector* dalam hal ini metode SVR untuk meramalkan pasar saham sangat baik. Selanjutnya penelitian tentang *A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model with An Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and Us Dollar* oleh Tsaur (Tsaur, R.C, 2011). Penelitian ini menjelaskan bahwa nilai peramalan ditentukan dengan mentransfer data *fuzzy time series* untuk kelompok *fuzzy logic*, dan menggunakan kelompok logika *fuzzy* yang diperoleh untuk mendapatkan matriks rantai transisi Markov. Selanjutnya tingkat kesalahan hasil peramalan dihitung dengan MAPE dan dibandingkan dengan metode peramalan lainnya yaitu Arima-Garch dan Model Gray. Penelitian ini diperoleh hasil bahwa *Fuzzy Time Series-Markov* memiliki performansi lebih baik jika dibanding dengan dua metode tersebut.

Selain itu, juga ada penelitian tentang peramalan penjualan dengan metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* oleh Berutu (Berutu, S.S, 2013). Penelitian ini menunjukkan hasil perbandingan metode *Fuzzy Time Series* dengan algoritma yang berbeda yaitu algoritma *Ruey Chyn Tsaur* dan algoritma S R Singh yang diterapkan pada penjualan mobil nasional. Berdasarkan tingkat kesalahan yang dihitung menggunakan SDE, penelitian ini memberikan hasil bahwa algoritma *Ruey Chyn Tsaur* lebih kecil jika dibanding dengan S R Singh.

Berdasarkan uraian diatas, dalam penelitian kali ini penulis akan mengkaji dan membandingkan metode *Support Vector Regression* (SVR) dan

Fuzzy Time Series untuk permasalahan peramalan penjualan. Selanjutnya dilakukan analisa hasil dengan menghitungtingkat akurasi dari peramalan tersebut.Tingkat akurasi ini didapatkan dengan mengukur tingkat error, yaitu menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, rumusan masalah yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil peramalan penjualan produk benih paria dengan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR)?
2. Bagaimana hasil peramalan penjualan produk benih paria dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series*?
3. Bagaimana perbandingan tingkat kesalahan pada hasil peramalan dengan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR) dan *Fuzzy Time Series*?

1.3 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari penjualan benih paria hijau dan paria putih pada PT. Benih Bintang Mas Indonesia di Situbondo dari tahun 2010-2014.
2. Kinerja terbaik adalah metode yang memberikan nilai rata-rata persentase kesalahan absolut untuk hasil peramalan penjualan benih paria.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah yang ada, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Meramalkan penjualan produk benih paria dengan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR).
2. Meramalkan penjualan produk benih paria dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series*.
3. Membandingkan akurasi peramalan penjualan dengan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR) dan *Fuzzy Time Series*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai dasar pertimbangan kepada manajemen PT. Benih Bintang Mas Indonesia untuk mengambil kebijakan perencanaan dalam perusahaan (*Bussines Policy*) dan juga sebagai informasi serta bahan referensi dalam penggunaan metode *Support Vector Regression* dan *Fuzzy Time Series* kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan pengembangan kedepan atau diaplikasikan dengan kasus yang berbeda.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab ini dijelaskan beberapa tinjauan pustaka dan dasar teori yang dikaji untuk digunakan dalam pembahasan selanjutnya.

2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu tentang *Research on Support Vector Regression in the Stock Market Forecasting* oleh Cai (Cai, C., dkk, 2012). Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan dukungan *support vector* untuk *time series* keuangan prediksi jangka pendek dapat diterapkan, sehingga dikatakan bahwa penggunaan *support vector* dalam hal ini metode SVR untuk meramalkan pasar saham sangat baik.

Selanjutnya penelitian tentang *A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model with An Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and Us Dollar* oleh Tsaur (Tsaur, R.C, 2011). Penelitian ini menjelaskan bahwa nilai peramalan ditentukan dengan mentransfer data *fuzzy time series* untuk kelompok *fuzzy logic*, dan menggunakan kelompok logika *fuzzy* yang diperoleh untuk mendapatkan matriks rantai transisi Markov. Selanjutnya tingkat kesalahan hasil peramalan dihitung dengan MAPE dan dibandingkan dengan metode peramalan lainnya yaitu Arima-Garch dan Model Gray. Penelitian ini diperoleh hasil bahwa *Fuzzy Time Series-Markov* memiliki performansi lebih baik jika dibanding dengan dua metode tersebut.

Selain itu, juga ada penelitian tentang peramalan penjualan dengan metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* oleh Berutu (Berutu, S.S, 2013). Penelitian ini menunjukkan hasil perbandingan metode *Fuzzy Time Series* dengan algoritma yang berbeda yaitu algoritma *Ruey Chyn Tsaur* dan algoritma S R Singh yang diterapkan pada penjualan mobil nasional. Berdasarkan tingkat kesalahan yang dihitung menggunakan SDE, penelitian ini memberikan hasil bahwa algoritma *Ruey Chyn Tsaur* lebih kecil jika dibanding dengan S R Singh.

2.2 Penjualan (Sales)

Penjualan adalah pendapatan lazim dalam perusahaan dan merupakan jumlah kotor yang dibebankan kepada pelanggan atas barang dan jasa (Simamora, H, 2000)

Tujuan utama dari sebuah perusahaan yaitu melayani konsumen,dimana tujuan akhir dari perusahaan adalah menjalankan kegiatan perusahaan agar dapat bertemu dengan kebutuhan konsumen (Arnold *dkk*, 2004).

Pada umumnya, kegiatan pengelolaan permintaan/penjualan (*demand/sales management*) terdiri dari empat kegiatan utama (Wirawan, 2011):

1) Peramalan permintaan/penjualan

Peramalan permintaan/penjualan dilakukan perusahaan untuk memproyeksikan jumlah permintaan/penjualan yang akan diterima oleh perusahaan kedepannya. Peramalan permintaan/penjualan merupakan kegiatan yang penting dalam sebuah bisnis industri. Hal ini disebabkan peramalan permintaan dapat mempengaruhi proses kerja lainnya, seperti pembelian bahan baku dan perencanaan produksi.

2) Proses pemesanan

Proses pemesanan dimulai dari ketika perusahaan menerima pesanan dari konsumen.Untuk memenuhi pesanan konsumen tersebut dapat dilakukan dengan mengambil ketersediaan barang yang ada atau melakukan proses produksi untuk memenuhi permintaan tersebut.

3) Jadwal pengantaran

Penjadwalan pengantaran merupakan suatu kegiatan pengiriman barang yang harus dilakukan atas permintaan konsumen.

4) Konfirmasi antara perencanaan produksi dengan kondisi pasar.

Penjualan terhadap suatu produk tentunya akan berbeda beda, sehingga penjualan tersebut tentunya akan membentuk sebuah karakteristik tersendiri. Apabila digambarkan dalam sebuah grafik, maka data historis akan menunjukkan berbagai macam bentuk maupun pola dari tingkat penjualan yang ada (Arnold *dkk*, 2004).

2.3 Metode *Support Vector Regression* (SVR)

Support Vector Regression (SVR) merupakan cabang dari *Support Vector Machine* (SVM). SVR merupakan penerapan SVM untuk kasus regresi. Dalam kasus klasifikasi, yang merupakan keahlian SVM, output data berupa bilangan bulat dan diskrit. Sedangkan untuk kasus regresi output data berupa bilangan riil atau kontinu. Dengan menggunakan konsep ε -intensive loss function, yang diperkenalkan oleh (Vapnik, 1995), SVM bisa digeneralisasi untuk melakukan pendekatan fungsi (*function approximation*) atau regresi (Santosa, 2007).

Misalkan kita punya λ set data training, (x_i, y_i) , $i = 1, \dots, \lambda$ dengan data input $x = (x_1, x_2, \dots, x_\lambda)$ data output yang bersangkutan $y = \{y_1, \dots, y_\lambda\} \subseteq \mathbb{R}$. Dengan SVR, kita ingin menemukan suatu fungsi $f(x)$ yang mempunyai deviasi paling besar ε dari target aktual y_i untuk semua data *training*. Maka dengan SVR kita akan mendapatkan suatu tabung seperti pada gambar 2.1. Manakala nilai ε sama dengan 0 maka kita akan mendapat suatu regresi yang sempurna. Misalkan kita mempunyai fungsi berikut sebagai garis regresi:

$$f(x) = w^T \varphi(x) + b \quad (2.1)$$

Dimana $\varphi(x)$ menunjukkan suatu titik di dalam *feature space* F hasil pemetaan x di dalam *input space*. Koefisien w dan b diestimasi dengan cara meminimalkan fungsi resiko (*risk function*) yang didefinisikan dalam persamaan:

$$\min \frac{1}{2} \gamma \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^{\lambda} L_{\varepsilon}(y_i, f(x_i)) \quad (2.2)$$

$$y_i - w\varphi(x_i) - b \leq \varepsilon$$

$$w\varphi(x_i) - y_i + b \leq \varepsilon, i = 1, \dots, \lambda$$

dimana

$$L_{\varepsilon}(y_i, f(x_i)) = \begin{cases} |y_i - f(x_i)| - \varepsilon & |y_i - f(x_i)| \geq \varepsilon \\ 0, \text{ untuk yang lainnya} & \end{cases} \quad (2.3)$$

yang baik untuk fungsi regresi f . Karena itu kita perlu menyelesaikan problem Faktor $\|w\|^2$ dinamakan *regularisasi*. Meminimalkan $\|w\|^2$ akan membuat suatu fungsi setipis (flat) mungkin, sehingga bisa mengontrol kapasitas fungsi (*function capacity*). Faktor kedua dalam fungsi tujuan adalah kesalahan empirik (*empirical error*) yang diukur dengan ε -insensitive loss function. Menggunakan ide ε -

insensitive loss function, kita harus meminimalkan norm dari w agar mendapatkan generalisasi optimisasi berikut :

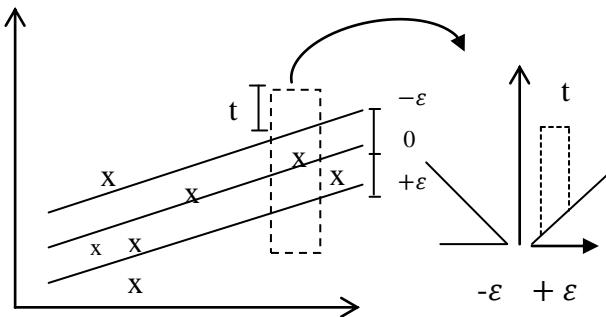
$$\min \frac{1}{2} \| w \|^2 \quad (2.4)$$

dimana

$$y_i - w \varphi(x_i) - b < \varepsilon$$

$$w \varphi(x_i) - y_i + b \leq \varepsilon, 1, \dots, \lambda$$

Kita asumsikan bahwa ada suatu fungsi f yang dapat mengaproksimasi semua titik (x_i, y_j) dengan presisi ε .



Gambar 2.1 ε -insensitive loss function. Semua titik di luar area dikenai pinalti.

Dalam kasus ini kita asumsikan bahwa semua titik ada dalam rentang $f \pm \varepsilon$ (*feasible*). Dalam hal ketidaklayakan (*infeasibility*), dimana ada beberapa titik yang mungkin keluar dari rentang $f \pm \varepsilon$, kita bisa menambahkan *variable slack* t, t^* untuk mengatasi masalah pembatas yang tidak layak (*infeasible constraints*) dalam problem optimisasi. Selanjutnya problem optimisasi diatas bisa diformulasikan sebagai berikut (Vapnik, 1995):

$$\min \frac{1}{2} \| w \|^2 + C \sum_{i=1}^{\lambda} (t_i + t_i^*) \quad (2.5)$$

dimana

$$y_i - w^T \varphi(x_i) - b - t_i \leq \varepsilon, i = 1, \dots, \lambda$$

$$w \varphi(x_i) - y_i + b - t_i^* \leq \varepsilon, i = 1, \dots, \lambda$$

$$t_i, t_i^* \geq 0$$

Konstanta $C > 0$ menentukan (*trade off*) antara ketipisan fungsi (*flatness of function*) f dan atas deviasi lebih dari ε masih ditoleransi. Semua deviasi lebih

besar daripada ϵ akan dikenakan pinalti sebesar C. Gambar 2.1 memperlihatkan situasi ini secara grafis: hanya titik-titik di luar area yang punya kontribusi terhadap ongkos pinalti. Dalam SVR, ϵ ekuivalen dengan akurasi dari aproksimasi kita terhadap data *training*. Nilai ϵ yang kecil terkait dengan nilai yang tinggi pada variabel *slack* t (*) i dan akurasi aproksimasi yang tinggi. Sebaliknya, nilai yang tinggi untuk ϵ berkaitan dengan nilai t (*) i yang kecil dan akurasi aproksimasi yang rendah. Menurut persamaan (2.9), nilai yang tinggi untuk *variabel slack* akan membuat kesalahan empirik mempunyai pengaruh yang besar terhadap faktor regularisasi. Dalam SVR, *support vectors* adalah data *training* yang terletak pada dan di luar batas ϵ dari fungsi keputusan. Karena itu jumlah *support vectors* menurun dengan naiknya nilai ϵ . Dalam formulasi *dual*, problem optimisasi dari SVR adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \max -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\lambda} \sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha'_i)(\alpha_i - \alpha'_i) K(x_i, x_j) - \\ \sum_{i=1}^{\lambda} y_i(\alpha_i - \alpha'_i) - \epsilon \sum_i (\alpha_i + \alpha'_i) \end{aligned} \quad (2.6)$$

dimana

$$\sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha'_i) = 0$$

$$0 \leq \alpha_i \leq C, i = 1, \dots, \lambda$$

$$0 \leq \alpha'_i \leq C, i = 1, \dots, \lambda$$

dimana C didefinisikan oleh user, $K(x_i, x_j)$ adalah *dot-product kernel* yang didefinisikan sebagai $K(x_i, x_j) = \varphi^T(x_i)\varphi(x_j)$. Dengan menggunakan *Lagrange multiplier* dan kondisi optimalitas, fungsi regresi secara eksplisit dirumuskan sebagai :

$$f(x) = \sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x_i, x) + b \quad (2.7)$$

dimana $K(x_i, x)$ didefinisikan melalui fungsi kernel k. Persamaan (2.6) adalah program kuadratik (QP).

2.3.1 Formulasi SVR dalam QP Standart

Untuk memenuhi bentuk standart Q P komersial melalui program komputer bentuk itu perlu dimanipulasi (Ancona, 1999).

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^{\lambda} \sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha_i^*) - (\alpha_j \alpha_j^*) x_i x_j &= \sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha_i^*) \left(\sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_j x_i x_j - \alpha_j^* x_i x_j \right) \\
 &= \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_j x_i x_j - \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* x_i x_j - \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i x_i x_j \\
 &\quad + \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i x_i x_j = \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i \left(\sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i x_i x_j + \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* x_i x_j \right) \\
 &\quad + \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* \left(\sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_j (-x_i x_j) + \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* x_i x_j \right)
 \end{aligned} \tag{2.8}$$

Kita definisikan vector baru λ dengan 2λ komponen sehingga:

$$\lambda = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_\lambda, \alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_\lambda^*)$$

Dan D matriks $2\lambda \times 2\lambda$ yang didefinisikan sebagai

$$D_{ij} = \begin{cases} x_i x_j & i = 1, 2, \dots, \lambda \\ & j = 1, 2, \dots, \lambda \\ -x_i x_{j-\lambda} & i = 1, 2, \dots, \lambda \\ & j = \lambda + 1, \lambda + 2, \dots, 2\lambda \\ -x_{i-\lambda} x_j & i = \lambda + 1, \lambda + 2, \dots, 2\lambda \\ -x_{i-\lambda} x_{j-\lambda} & i = \lambda + 1, \lambda + 2, \dots, 2\lambda \\ & j = \lambda + 1, \lambda + 2, \dots, 2\lambda \end{cases}$$

Dengan definisi ini kita bisa ubah term pertama dari fungsi tujuan dalam persamaan 2.9 menjadi

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^{\lambda} \lambda_i \left(\sum_{j=1}^{\lambda} \lambda_j D_{ij} + \sum_{j=\lambda+1}^{2\lambda} \lambda_j D_{ij} \right) + \sum_{j=\lambda+1}^{2\lambda} \lambda_j \left(\sum_{i=1}^{\lambda} \lambda_i D_{ij} + \sum_{i=\lambda+1}^{2\lambda} \lambda_i D_{ij} \right) \\
 = \sum_{i=1}^{\lambda} \lambda_i \sum_{j=1}^{\lambda} \lambda_j D_{ij} + \sum_{i=\lambda+1}^{2\lambda} \lambda_i \sum_{j=\lambda+1}^{2\lambda} \lambda_j D_{ij} = \sum_{j=\lambda+1}^{2\lambda} \lambda_j \lambda_i D_{ij} = \lambda D \lambda
 \end{aligned} \tag{2.9}$$

Untuk term kedua dari fungsi tujuan kita bisa melakukan manipulasi sebagai berikut

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha_i^*) y_i - \sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha_i^*) &= \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i y_i + \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* (-y_i) \\ &+ \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i (-\varepsilon) + \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* (-\varepsilon) = \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i (y_i - \varepsilon) + \sum_{i=1}^{\lambda} \alpha_i^* (-y_i - \varepsilon) \end{aligned} \quad (2.10)$$

Kita bisa definisikan lagi vector lain c dengan ukuran 2λ

$$c = (y_1 - \varepsilon, y_2 - \varepsilon, \dots, y_\lambda - \varepsilon, -y_1 - \varepsilon, -y_2 - \varepsilon, \dots, -y_\lambda - \varepsilon)$$

Dari persamaan di atas kita dapatkan

$$\sum_{i=1}^{\lambda} \lambda_i c_i + \sum_{i=\lambda+1}^{2\lambda} \lambda_i c_i = \sum_{i=1}^{2\lambda} \lambda_i c_i = \lambda c$$

Lalu kita definisikan vector b dengan 2λ komponen sebagai berikut

$$b = (1, 1, \dots, 1, -1, -1, \dots, -1)$$

Dengan demikian pembatas linier pada persamaan (2.6) di atas menjadi

$$\sum_{i=1}^{\lambda} (\alpha_i - \alpha_{i=1}^*) = \sum_{i=1}^{2\lambda} \lambda_i b_i = \lambda b = 0 \quad (2.11)$$

Dengan variabel-variabel baru di atas persamaan (2.6) bisa di tulis dengan bentuk QP standar sebagai berikut:

$$\max_{\lambda} -\frac{1}{2} \lambda D \lambda + \lambda c \quad (2.12)$$

dimana,

$$\lambda b = 0$$

$$0 \leq \lambda \leq C$$

Dengan bentuk ini akan mudah diselesaikan dengan solver QP.

2.3.2 Metode Kernel

Secara umum, kasus-kasus di dunia nyata adalah kasus yang tidak linear. Metoda kernel adalah salah satu untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan metoda kernel suatu data x di *input space* dimapping ke *feature space* F dengan

dimensi yang lebih tinggi melalui *map* φ sebagai berikut $\varphi : x \rightarrow \varphi(x)$. Karena itu data x di *input space* menjadi $\varphi(x)$ di *feature space*.

Sering kali fungsi $\varphi(x)$ tidak tersedia atau tidak bisa dihitung. Tetapi *dot product* dari dua vektor dapat dihitung baik di dalam *input space* maupun di *feature space*. Dengan kata lain, sementara $\varphi(x)$ mungkin tidak diketahui, *dot product* $\langle \varphi(x_1), \varphi(x_2) \rangle$ masih bisa dihitung di *feature space*. Untuk bisa memakai metoda kernel, pembatas (*constraint*) perlu diekspresikan dalam bentuk *dot product* dari vektor x_i . Sebagai konsekuensi, pembatas yang menjelaskan permasalahan dalam klasifikasi harus diformulasikan kembali sehingga menjadi bentuk *dot product*. Dalam *feature space* ini *dot product* $\langle \cdot, \cdot \rangle$ menjadi $\langle \varphi(x), \varphi(x') \rangle$. Suatu fungsi kernel, $k(x, x')$, bisa untuk mengantikan *dot product* $\langle (p(x), ip(x)) \rangle$. Kemudian di *feature space*, kita bisa membuat suatu fungsi pemisah yang linear yang mewakili fungsi nonlinear di *input space*. Dalam *input space*, data tidak bisa dipisahkan secara linear, tetapi kita bisa memisahkan di *feature space*. Karena itu dengan memetakan data ke *feature space* menjadikan tugas klasifikasi menjadi lebih mudah (Scholkopf dkk, 2002).

Fungsi kernel yang biasanya dipakai dalam literatur SVM (Haykin, 1999) adalah seperti berikut ini :

- Linear : $x^T x$,
- Polynomial : $(x^T x_i + I)^P$

Fungsi kernel mana yang harus digunakan untuk substitusi *dot product* di *feature space* sangat bergantung pada data. Biasanya metoda *cross-validation* (Hastie dkk, 2001) digunakan untuk pemilihan fungsi kernel ini. Pemilihan fungsi kernel yang tepat adalah hal yang sangat penting, karena fungsi kernel ini akan menentukan *feature space* dimana kita *set training* akan diklasifikasikan. Sepanjang fungsi kernelnya *legitimate* SVM akan beroperasi secara benar meskipun kita tidak tahu seperti apa *map* yang digunakan. Fungsi kernel yang *legitimate* diberikan oleh teori Mercer dimana fungsi itu harus memenuhi syarat kontinu dan *positive definite*. Lebih mudah menemukan fungsi kernel daripada mencari map φ seperti apa yang tepat untuk melakukan *mapping* dari *input space* ke *feature space*.

2.4 Metode *Fuzzy Time Series*

Fuzzy time series adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *fuzzy time series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang (Saxena dkk, 2012). Himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Nilai nilai yang digunakan dalam peramalan *fuzzy time series* adalah himpunan *fuzzy* dari bilangan bilangan real atas himpunan semesta yang sudah ditentukan. Pada konsep *fuzzy time series* model peramalan yang digunakan adalah aplikasi himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengganti data historis yang akan diramalkan.

2.4.1 Definisi *Fuzzy time series*

Berbagai definisi dan *properties* peramalan *fuzzy time series* diringkas sebagai berikut :

Definisi 1. Himpunan *fuzzy* dan fungsi keanggotaannya.

Jika X adalah sekumpulan objek yang dinotasikan secara generik oleh x , maka suatu himpunan *fuzzy* A dalam X didefinisikan sebagai pasangan himpunan berorde :

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (2.13)$$

dimana $\mu_A(x)$ disebut fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* A . pemetaan fungsi keanggotaan tiap elemen x pada suatu derajat keanggotaan antara 0 dan 1 (Zimmermann, 2001).

Definisi 2. Misalkan U adalah himpunan semesta dengan $U = u_1, u_2, \dots, u_n$ dan fuzzy set $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ dengan definisi sebagai berikut :

$$A_i = \frac{f_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{f_{A_i}(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (2.14)$$

dimana f_{A_i} adalah fungsi keanggotaan dari fuzzy set A_i , u_k adalah elemen dari fuzzy set A_i dan $f_{A_i}(u_k)$ adalah derajat keanggotaan dari u_k pada A_i , $k = 1, 2, \dots, n$ (Song dan Chisom, 1993)

Definisi 3. Jika $F(t)$ disebabkan oleh $F(t - 1)$ dan dinotasikan dengan $F(t - 1) \rightarrow F(t)$ maka relasinya dinyatakan dengan $F(t) = F(t - 1) \circ R(t, t - 1)$ disebut model orde pertama (*first order*) $F(t)$ (Singh, 2007).

Definisi 4. Jika $F(t)$ merupakan *fuzzy time series* dan misalkan $F(t, t - 1)$ menjadi model orde ke 1 dari $F(t), F(t_1, t - 1), F(t_2, t - 2)$ untuk sebarang waktu t maka $F(t)$ disebut menjadi *time invariant fuzzy time* (Chen dan Hsu, 2004).

Definisi 5. Jika $F(t)$ merupakan himpunan *fuzzy* $F(t - n), F(t - n + 1), \dots, F(t - 1)$ maka *fuzzy relationship* dinotasikan dengan $A_i, A_{i2}, \dots, A_{in} \rightarrow A_j$ sehingga $F(t-n) = A_{i1}, F(t - n + 1) = A_{in}, F(t) = A_j$ dan *relationship* seperti itu disebut dengan model n^{th} *order fuzzy time series* (Singh, 2007).

2.4.2 Algoritma Fuzzy Time Series.

Langkah-langkah peramalan dengan metode *fuzzy time series* adalah sebagai berikut (Tsaur, 2012) :

1. Pengambilan data aktual (Y_t).
2. Mencari nilai maksimum dan minimum dari data aktual untuk mendefinisikan *Universe of Discourse* $U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$, dengan D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta.
3. Menetapkan *interval I* menggunakan metode *average based length*. Adapun langkah-langkah mencari *interval* atau menggunakan metode *average based length* sebagai berikut :
 - a. Hitung semua selisih absolute antara nilai D_{vi-1} dan D_{vi} (Duru dan Yoshida, 2009) kemudian hitung rata-ratanya menggunakan persamaan 2.15.

$$av = \frac{\sum_{i=1}^n |D_i - D_{i-1}|}{n - 1} \quad (2.15)$$

dengan,

av = nilai rata-rata.

n = jumlah observasi.

D_i = data ke i.

D_{i-1} = data ke i-1.

- b. Tentukan nilai basis dengan rumus sebagai berikut

$$B = \frac{av}{2}$$

Nilai rata-rata dibagi dua.

- c. Setelah *interval I* didapat, maka nilai basis (*B*) kemudian dibulatkan. Basis interval ditentukan berdasarkan tabel 2.1 sebagai berikut (Duru dan Yoshida, 2009)

Tabel 2.1 Tabel Pemetaan Basis

Jangkauan	Basis
0.1-1.0	0.1
1.1-10	1
11-100	10
101-1000	100
1001-10000	1000

Jumlah *interval fuzzy* dirumus sebagai berikut :

$$m = \frac{(D_{max} + D_1) - (D_{min} + D_2)}{I}$$

4. Menentukan himpunan *fuzzy logical*.
5. Menentukan *fuzzy logical relationship*.
6. Mendapatkan *fuzzy logical relationship group*.
7. Mencari hasil ramalan (\hat{Y}_t) dengan *fuzzy logical relationship group*. Sehingga didapat probabilitas pada *next state* menggunakan matriks transisi. Kemudian *nstate* didefinisikan untuk setiap langkah pada *n fuzzy set*, sehingga dimensi matrik transisi adalah nxn . maka *state A_i* membuat transisi ke *state A_j* dan melalui *state* lain $A_k, i, j = 1, 2, \dots, n$. Sehingga rumus probabilitas transisi *state* adalah sebagai berikut (Ross, 2003):

$$P_{ij} = (M_{ij})/M_i \quad (2.16)$$

dengan,

$i, j = 1, 2, \dots, n$.

P_{ij} = probabilitas transisi dari *state A_i* ke *A_j* satu langkah.

M_{ij} = jumlah data yang termasuk dalam *state A_i* Ke *A_j* satu langkah.

Probabilitas transisi matrik **R** dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \cdots & & \cdots & \cdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Adapun definisi berikut matrik R (Ross, 2003) yaitu:

- a. Jika $P_{ij} \geq 0$ maka $stateA_j$ dapat diakses dari $stateA_i$
- b. Jika $stateA_i$ dan A_j saling mengakses satu dengan yang lain maka A_i berkomunikasi dengan A_j .

Aturan-aturan untuk menentukan nilai peramalan :

Aturan 1: Jika *fuzzy logical relationship* A_i adalah relasi *one to one* (misalkan $A_i \rightarrow A_k$ dengan $P_{ik} = 1$ dan $P_{ij} = 0, j \neq k$) maka nilai peramalan $F(t)$ adalah m_k nilai tengah dari U_k .

Aturan 2 : Jika *fuzzy logical relationship* A_i adalah relasi *one to many* misalnya $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, \quad j = 1, 2, \dots, n$, dengan data yang diambil Y_{t-1} pada waktu (t-1) pada $stateA_j$, maka peramalan \widehat{YI}_t adalah :

$$\widehat{YI}_t = m_{j-1}P_{j(j-1)} + Y_{(t-1)}P_{jj} + m_{j+1}P_{j(j+1)} \quad (2.18)$$

dengan,

m_{j-1}, m_{j+1} = nilai tengah u_{j-1}, u_{j+1} .

$Y_{(t-1)}$ = nilai dari $stateA_j$ pada waktu t-1.

8. Mengaturaturan kecenderungan nilai peramalan. Beberapa aturan nilai peramalan yang disarankan untuk memperbaiki *error* , yaitu :

a. Jika $stateA_i$ berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari state A_i pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi menaik ke $stateA_j$ pada waktu t dimana ($i < j$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah :

$$D_{t1} = (l/2) \quad (2.19)$$

dengan,

l adalah nilai basis interval.

- b. Jika $stateA_i$ berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari state A_i pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi menaik ke $stateA_j$ pada waktu t dimana ($i > j$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah :

$$D_{t1} = -(l/2) \quad (2.20)$$

- c. Jika arah $state$ ke dalam $stateA_i$ pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi melompat jauh ke $stateA_{i+s}$ pada waktu t dimana ($1 \leq s \leq n - i$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah :

$$D_{t1} = (l/2)s \quad (2.21)$$

dengan,

s adalah jumlah lompatan ke depan.

- d. Jika proses didefinisikan ke $state A_i$ pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi melompat ke belakang $state A_{i-v}$ pada waktu t dimana ($1 \leq v \leq i$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah :

$$D_{t1} = -(l/2)v \quad (2.22)$$

dengan,

v adalah jumlah lompatan ke belakang.

9. Mendapatkan hasil peramalan dengan nilai pengaturan kecenderungan.
Jika *fuzzy logical relationship group* A_i adalah *one to many* dan $state A_{i+1}$ dapat diakses dari A_i dimana $state A_i$ berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalan menjadi:

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}1_t + D_{t1} + D_{t2} \quad (2.23)$$

Jika *fuzzy logical relationship group* A_1 adalah *one to many* dan $state A_{i+2}$ dapat diakses dari A_i dimana $state A_i$ berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalan menjadi:

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}1_t + D_{t1} \quad (2.24)$$

Jika *fuzzy logical relationship group* A_1 adalah *one to many* dan $state A_{i+2}$ dapat diakses dari A_i dimana $state A_i$ berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalan menjadi:

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}1_t + 2 * D_{t2} \quad (2.25)$$

2.5 Peramalan

Pada dasarnya peramalan merupakan sebuah prediksi yang tentunya tidak memiliki akurasi 100%. Menurut Arnold dan Chapman (Arnold *dkk*, 2004) terdapat empat karakteristik peramalan. Adapun karakteristik atau prinsip peramalan tersebut adalah sebagai berikut ini :

1. Peramalan biasanya salah.

Peramalan dilakukan untuk melihat masa depan yang belum diketahui dan biasanya salah dalam beberapa asumsi atau perkiraan. Kesalahan (*error*) harus di prediksi dan hal itu tidak dapat dielakan

2. Setiap peramalan seharusnya menyertakan estimasi kesalahan (*error*).

Oleh karena peramalan di prediksikan akan menemui kesalahan, pertanyaan sebenarnya adalah “seberapa besar kesalahan tersebut”. Setiap peramalan seharusnya menyertakan etimasi kesalahan yang dapat diukur sebagai tingkat kepercayaan, dapat berupa persentase (plus atau minus) dari peramalan sebagai rentang nilai minimum dan maksimum.

3. Peramalan akan lebih akurat untuk kelompok atau grup.

Perilaku dari individual item dalam sebuah grup adalah acak bahkan ketika grup tersebut berada dalam keadaan stabil. Sebagai contoh, meramalkan secara akurat seorang murid dalam suatu kelas lebih sulit dari pada meramalkan untuk rata-rata keseluruhan kelas. Dengan kata lain, peramalan lebih akurat untuk dilakukan pada kelompok atau grup dari pada individual item.

4. Peramalan lebih akurat jangka waktu yang lebih dekat.

Peramalan untuk jangka pankang biasanya memiliki tingkat kesalahan yang lebih tinggi, dikarenakan tidak di ketahui kejadian-kejadian yang akan terjadi dimasa mendatang. Oleh karena itu, lebih baik meramalkan untuk jangka yang lebih pendek situasi yang terjadi pada saat peramalan dilakukan.

2.5.1 Langkah – Langkah Peramalan

Dalam melakukan peramalan terdapat beberapa tahapan atau langkah – langkah yang dilakukan. Adapun tahapan perancangan peramalan secara ringkas

terdapat tiga tahapan yang harus dilalui dalam perancangan suatu metode peramalan, yaitu:

1. Melakukan analisa pada data masa lampau.

Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran pola dari data bersangkutan.

2. Memilih metode yang akan digunakan.

Terdapat bermacam – macam metode yang tersedia dengan keperluannya.

Pemilihan metode dapat mempengaruhi hasil ramalan. Hasil ramalan diukur dengan menghitung *error* atau kesalahan terkecil. Oleh karena itu, tidak ada metode peramalan yang pasti baik untuk semua jenis data.

3. Proses transformasi dari data masa lampau dengan menggunakan metode yang dipilih. Apabila diperlukan maka diadakan perubahan sesuai kebutuhannya.

2.5.2 Pengukuran Hasil Peramalan

Menurut (Hanke *dkk*, 2001) terdapat beberapa cara mengukur error dari peramalan diantaranya yaitu *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Secara matematis, MAPE dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{\hat{Y}_t - Y_t}{Y_t} \right| \quad (2.26)$$

dengan,

Y_t = Data aktual penjualan benih pada bulan t .

\hat{Y}_t = Data aktual hasil ramalan penjualan benih paria.

n = Jumlah data penjualan benih paria.

t = Bulan penjualan benih paria.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini diuraikan beberapa metode penelitian yang akan digunakan atau dikerjakan untuk mencapai tujuan penelitian.

3.1 Tahapan Penelitian

Secara umum, tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini disampaikan pada diagram alir penelitian pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.

Berdasarkan diagram alir tersebut tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan lebih rinci sebagai berikut.

1. Studi literatur

Dalam tahap ini penulis mengumpulkan informasi, keterangan dan teori dalam jurnal dan buku yang berhubungan dengan peramalan, penjualan, serta metode *Support Vector Regression* dan *Fuzzy Time Series* yang akan digunakan dalam proses penelitian. Informasi diperoleh dari penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan.

2. Pengumpulan Data

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data dan penggalian sumber informasi yang berkaitan dengan penelitian ini. Data yang digunakan berupa data sekunder dari penjualan Paria putih dan Paria hijau dari tahun 2010 – 2014 pada PT.Benih Bintang Mas Indonesia di Situbondo.

3. Implementasi Metode

Setelah mempelajari beberapa studi literatur, pada tahap ini dilakukan perancangan dan implementasi metode. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Support Vector Regression* (SVR) dan *Fuzzy Time Series* (FTS). Adapun tahap-tahap dalam proses analisis hasil perbandingan metode *Support Vector Regression* (SVR) dan *Fuzzy Time Series* (FTS)

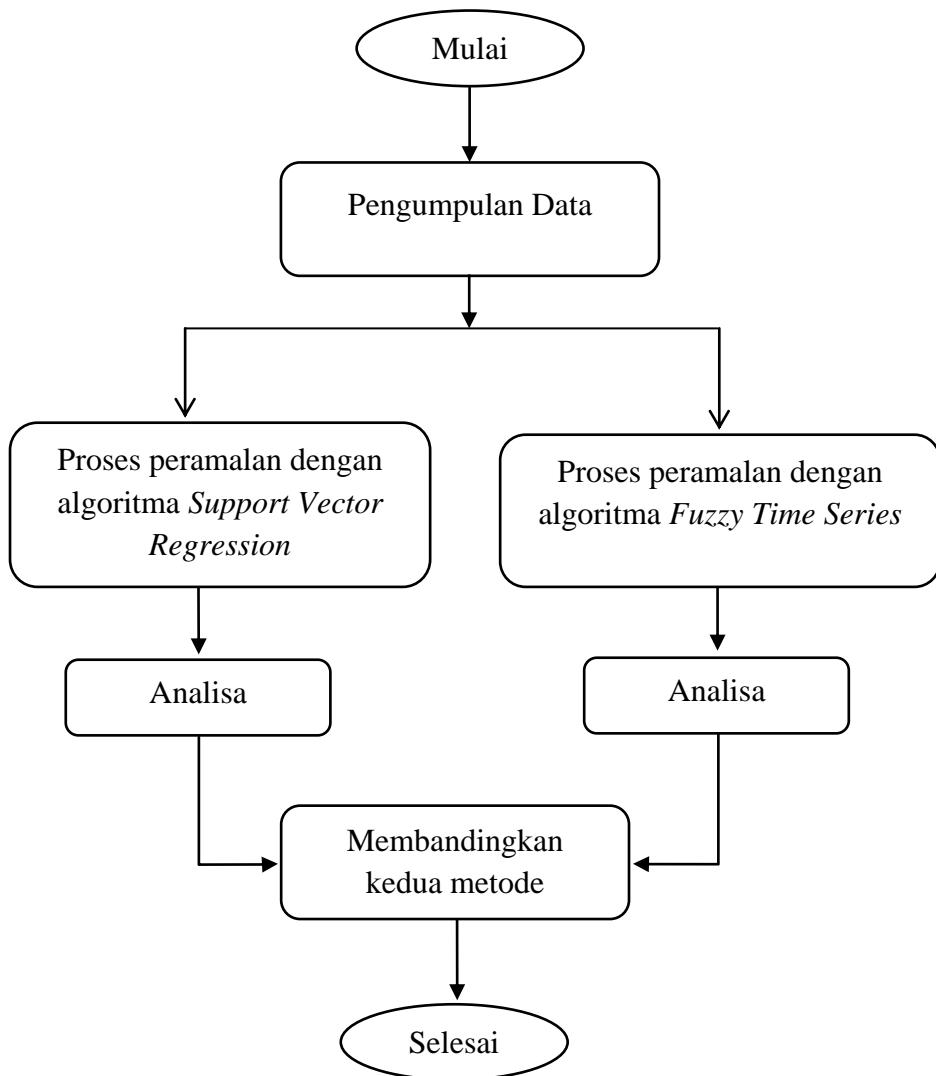
4. Analisis Hasil dan Pembahasan

Dalam tahap ini dianalisis dan dibahas hasil peramalan yang telah diperoleh dari metode *Support Vector Regression* dan *Fuzzy Time Series* dengan

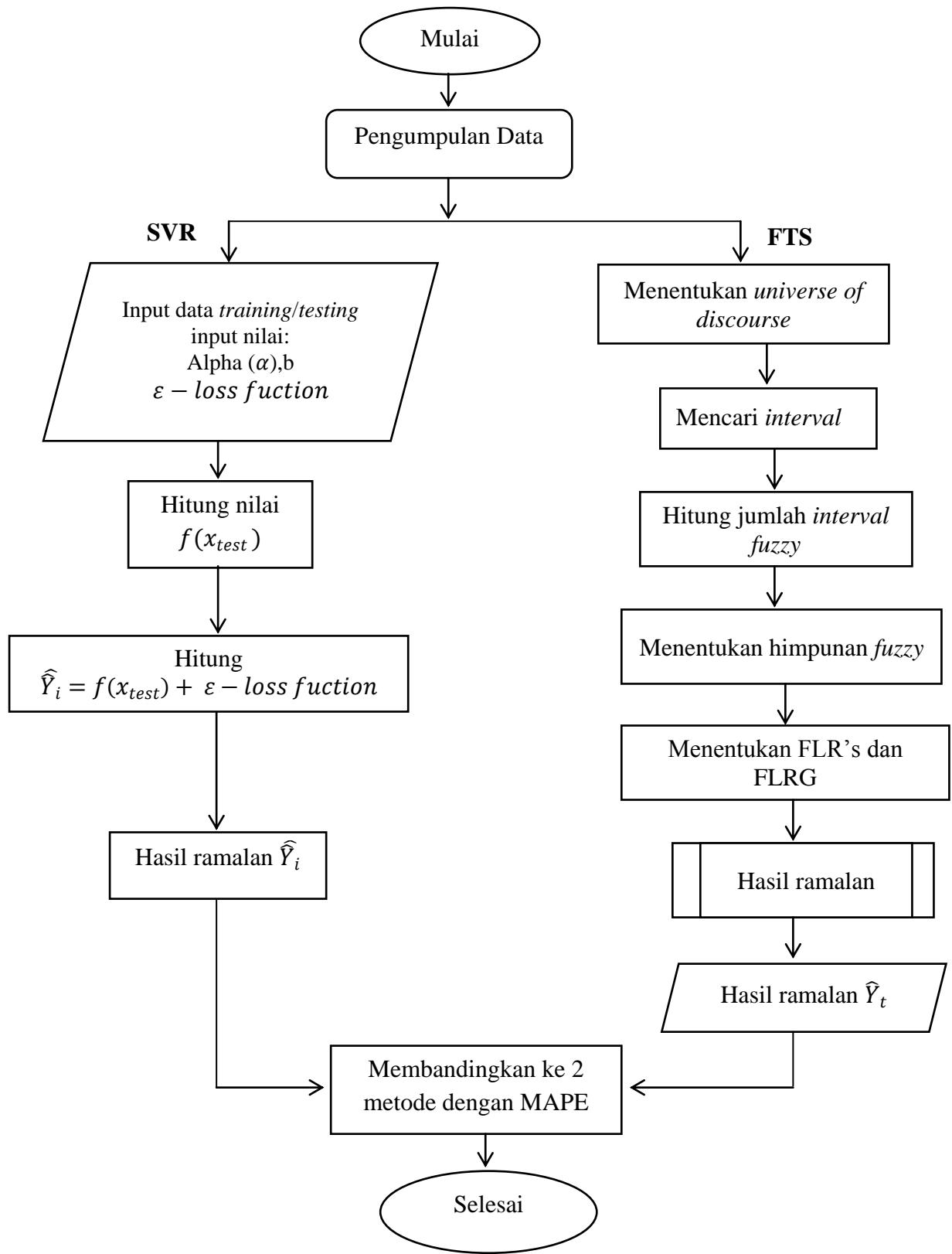
membandingkan tingkat persentase kesalahan absolut menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Selanjutnya ditarik kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh.

3.2 Diagram Alur Proses Penelitian

Diagram alur sistem digunakan untuk menggambarkan langkah kerja sistem yang akan dibuat dan juga akan digunakan oleh peneliti untuk menentukan langkah-langkah berikutnya.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian



Gambar 3.2 Diagram alur penelitian ke 2 metode.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengambilan data dalam tesis ini dilakukan pada PT. Benih Bintang Mas Indonesia di Situbondo. Sumber data yang digunakan adalah data sekunder dari penjualan benih paria hijau dan paria putih pada setiap bulannya mulai bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2014. Dalam periode 2010-2014 diperoleh sebanyak 60 data penjualan benih pada setiap jenis paria. Dalam pengolahan data, data penjualan benih jenis paria ini yang digunakan sebagai data masukan untuk proses peramalan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR) dan *Fuzzy Time Series*.

4.2 Implementasi Metode *Support Vector Regression* (SVR)

Implementasi dengan metode SVR dibagi menjadi dua proses, yaitu proses *training* dan *testing*. Pada proses *training*, SVR menggunakan 48 data aktual penjualan sebagai data input dan menggunakan nilai-nilai parameter yang didefinisikan sebelumnya diantaranya nilai *upper bound* ($C = 1000$), nilai *epsilon* ($\epsilon = 1 \times 10^{-6}$) dan fungsi kernel linear. Sedangkan pada proses *testing*, SVR menggunakan 12 data aktual penjualan serta memanfaatkan nilai alpha, bias dan *dot-product* kernel yang dihasilkan pada proses *training* yang kemudian digunakan untuk mendapatkan hasil dari fungsi regresi (f). Hasil dari fungsi regresi (f) ini digunakan untuk mencari nilai ϵ -*loss function* yang selanjutnya digunakan untuk proses peramalan pada data uji yang juga merupakan 48 data aktual penjualan yang digunakan saat *training*.

a. Proses *Training*.

Berikut ini dijabarkan proses *training* yang dilakukan dengan menggunakan metode SVR.

Step 1. Mulai

Step 2. Set data training

Menentukan data *training* yang berupa data input penjualan sebanyak 48 data ($X_i = x_1, x_2, x_3, \dots, x_{48}$) yang merupakan data aktual penjualan dari setiap bulannya dari bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2014. Selanjutnya menentukan parameter $C = 1000$, $\varepsilon = 1 \times 10^{-6}$ dan fungsi kernel yang digunakan yaitu fungsi kernel linear $K(X_i, X_j) = X_i^T X_j$ dimana $i, j = 1, 2, 3, \dots, 48$.

Step 3. Hitung Matriks.

Setelah mendapatkan data *training* langkah selanjutnya menghitung matrik berdasarkan fungsi kernel yang digunakan.

Step 4. Hitung nilai alpha (α) berdasarkan pembelajaran QP.

Setelah mendapatkan matriks langkah berikutnya yaitu menghitung nilai alpha (α) berdasarkan pembelajaran QP melakukan pembelajaran data *quadratic programming* (QP) berdasarkan parameter yang ditentukan.

Step 5. Hitung $bias_{(i)}$.

Hasil dari pembelajaran QP selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai alpha (α).

Step 6. Nilai α, b .

Menghitung nilai $bias_{(i)}$ dengan $i = 1, 2, 3, \dots, 48$. Setelah mendapatkan nilai $bias_{(i)}$ kemudian dihitung nilai rata-ratanya untuk mendapatkan nilai b . Dari nilai b ini, digunakan untuk menghitung nilai $f(x)$ berdasarkan fungsi regresi pada data *training*.

Step 5. Hitung nilai $f(x_{train})$ untuk mendapatkan nilai ε -loss function.

Menghitung nilai ε -loss function $L_\varepsilon(y, f(x))$ yang merupakan total nilai data aktual penjualan (y) yang dikurangi dengan nilai $f(x)$ data *training* yang selanjutnya dibagi dengan jumlah data sebanyak $n = 48$.

b. Proses Testing.

Berikut ini dijabarkan proses *testing* yang dilakukan dengan menggunakan metode SVR.

Step 1. Mulai

Step 2. Input data *testing*.

Pada proses *testing* dengan SVR data *input* yang digunakan untuk *testing* yaitu 12 data. Kemudian input nilai α, b dan nilai ε -*loss function* yang diperoleh dari proses *training*.

Step 3. Hitung nilai $f(x_{test})$

Proses yang dilakukan pada saat *testing* adalah melakukan perhitungan nilai $f(x)$ kembali menggunakan data *testing*.

Step 4. Hitung $\hat{Y}_i = f(x_{test}) + \varepsilon - loss function$

Nilai $f(x_{test})$ yang diperoleh dari proses *testing* dijumlahkan dengan nilai ε -*loss function* $L_\varepsilon(y, f(x))$ yang dihasilkan dari proses *training* untuk mendapatkan hasil peramalan (\hat{y}_i).

Step 5. Selesai.

Untuk proses implementasi metode SVR dengan Matlab secara lengkap disajikan pada *listing program* SVR pada Lampiran B.

4.3 Implementasi Metode *Fuzzy Time Series*

Proses peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* ditentukan dari hasil perhitungan *fuzzy logical*, *fuzzy logical relationships* (FLR's) dan *fuzzy logical relationships group* (FLRG). Sebelum dilakukan peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series*, terlebih dahulu ditentukan interval dari data aktual penjualan dan selanjutnya dilakukan *fuzzifikasi* dari jumlah data penjualan sebanyak 60 data yang disajikan per bulan dari Januari 2010 sampai dengan Desember 2014.

Algoritma metode *Fuzzy Time Series* untuk proses peramalan dapat dijabarkan sebagai berikut:

Step 1. Mulai.

Step 2. Pengambilan data aktual Y_t .

Menentukan data aktual penjualan yaitu data penjualan jenis paria hijau dan paria putih yang masing-masing terdiri dari 60 data yang diambil dari bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2014.

Step 3. Menentukan *universe of discourse*.

Menentukan nilai *universe of discourse* dan membaginya kedalam interval dengan panjang yang sama. Berdasarkan data penjualan ini diperoleh nilai minimum dan maksimum dari setiap data aktual penjualan per bulan(Y_t) untuk sejumlah 60 data penjualan ($n = 60$) kemudian dijadikan sebagai himpunan semesta data aktual penjualan ($U = [min, max]$). Berdasarkan 60 data penjualan diperoleh $U_{p.putih} = [120,890]$ dan $U_{p.hijau} = [360,3895]$.

Step 4. Mencari interval

Jumlah interval akan sesuai dengan jumlah variabel linguistik. Untuk menentukan besar interval digunakan metode *average base length*. Berdasarkan perhitungan selisih rata-rata (av) yang selanjutnya dihitung nilai basis (B), diperoleh besarnya interval setiap jenis paria yaitu $I_{p.putih} = 19$ dengan jumlah interval fuzzy $m = 40$ dan $I_{p.hijau} = 91$ dengan jumlah interval fuzzy $m = 39$ serta pemetaan basis yang berada pada *range* 11-100 yaitu basis 10.

Step 5. Menentukan himpunan *fuzzy logical*

Proses ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis. Setiap data aktual ditentukan sebagai himpunan *fuzzy* berdasarkan letak dari interval untuk setiap data.

Step 6. Menentukan *fuzzy logical relationships* (FLR's).

Tahap ini menentukan relasi logika *fuzzy* yaitu $A_j \rightarrow A_i$. Dimana A_j merupakan *current state* dan A_i adalah *next state*. Pada proses ini diperoleh hasil dari *fuzzy logical relationships* untuk data penjualan jenis paria yaitu: Pada paria putih diperoleh FLR's yaitu:

$A1 \rightarrow A3, A3 \rightarrow A3, A3 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A8, A8 \rightarrow A8, A8 \rightarrow A8, A8 \rightarrow A6,$
 $A6 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A8, A8 \rightarrow A8, A8 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A8, A8 \rightarrow A12,$
 $A12 \rightarrow A13, A13 \rightarrow A13, A13 \rightarrow A14, A14 \rightarrow A13, A13 \rightarrow A7, A7 \rightarrow A7,$
 $A7 \rightarrow A11, A11 \rightarrow A11, A11 \rightarrow A13, A13 \rightarrow A13, A13 \rightarrow A14, A14 \rightarrow A17,$
 $A17 \rightarrow A17, A17 \rightarrow A18, A18 \rightarrow A19, A19 \rightarrow A19, A19 \rightarrow A13, A13 \rightarrow A14,$
 $A14 \rightarrow A16, A16 \rightarrow A17, A17 \rightarrow A19, A19 \rightarrow A19, A19 \rightarrow A19, A19 \rightarrow A25,$

$A_{25} \rightarrow A_{26}$, $A_{26} \rightarrow A_{27}$, $A_{27} \rightarrow A_{27}$, $A_{27} \rightarrow A_{28}$, $A_{28} \rightarrow A_{20}$, $A_{20} \rightarrow A_{21}$,
 $A_{21} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{25}$, $A_{25} \rightarrow A_{25}$, $A_{25} \rightarrow A_{26}$, $A_{26} \rightarrow A_{27}$, $A_{27} \rightarrow A_{37}$,
 $A_{37} \rightarrow A_{37}$, $A_{37} \rightarrow A_{38}$, $A_{38} \rightarrow A_{38}$, $A_{38} \rightarrow A_{39}$, $A_{39} \rightarrow A_{26}$, $A_{26} \rightarrow A_{28}$,
 $A_{28} \rightarrow A_{35}$, $A_{35} \rightarrow A_{38}$, $A_{38} \rightarrow A_{39}$, $A_{39} \rightarrow 0$

Dan pada paria hijau diperoleh FLR's yaitu:

$A_1 \rightarrow A_1$, $A_1 \rightarrow A_1$, $A_1 \rightarrow A_1$, $A_1 \rightarrow A_1$, $A_1 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_1$,
 $A_1 \rightarrow A_1$, $A_1 \rightarrow A_1$, $A_1 \rightarrow A_1$, $A_1 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_3$, $A_3 \rightarrow A_3$,
 $A_3 \rightarrow A_3$, $A_3 \rightarrow A_3$, $A_3 \rightarrow A_4$, $A_4 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_2$, $A_2 \rightarrow A_6$,
 $A_6 \rightarrow A_7$, $A_7 \rightarrow A_7$, $A_7 \rightarrow A_{12}$, $A_{12} \rightarrow A_{14}$, $A_{14} \rightarrow A_{15}$, $A_{15} \rightarrow A_{17}$, $A_{17} \rightarrow A_{17}$,
 $A_{17} \rightarrow A_7$, $A_7 \rightarrow A_7$, $A_7 \rightarrow A_{10}$, $A_{10} \rightarrow A_{11}$, $A_{11} \rightarrow A_{12}$, $A_{12} \rightarrow A_{12}$,
 $A_{12} \rightarrow A_{12}$, $A_{12} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{25}$, $A_{25} \rightarrow A_{26}$, $A_{26} \rightarrow A_{26}$,
 $A_{26} \rightarrow A_{13}$, $A_{13} \rightarrow A_{13}$, $A_{13} \rightarrow A_{21}$, $A_{21} \rightarrow A_{22}$, $A_{22} \rightarrow A_{23}$, $A_{23} \rightarrow A_{23}$,
 $A_{23} \rightarrow A_{23}$, $A_{23} \rightarrow A_{38}$, $A_{38} \rightarrow A_{38}$, $A_{38} \rightarrow A_{39}$, $A_{39} \rightarrow A_{39}$, $A_{39} \rightarrow A_{39}$,
 $A_{39} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{34}$, $A_{34} \rightarrow A_{34}$, $A_{34} \rightarrow A_{39}$, $A_{39} \rightarrow 0$

Step 7. Menentukan *fuzzy logical relationships group* (FLRG).

Tahap ini mengelompokkan *fuzzy logical relationships* kedalam beberapa kelompok. Pada proses pengelompokan berdasarkan FLRG diperoleh hasil pada paria putih yaitu:

$A_1 \rightarrow A_3$ $A_3 \rightarrow A_7$ $A_7 \rightarrow A_8$ $A_8 \rightarrow A_8$ $A_6 \rightarrow A_7$ $A_8 \rightarrow A_8$ $A_7 \rightarrow A_7$ $A_8 \rightarrow A_8$ $A_{12} \rightarrow A_{13}$ $A_{13} \rightarrow A_{13}$ $A_{13} \rightarrow A_{14}$ $A_{14} \rightarrow A_{13}$ $A_{13} \rightarrow A_{11}$ $A_{11} \rightarrow A_{11}$ $A_{13} \rightarrow A_{13}$,
 $A_{13} \rightarrow A_{14}$ $A_{14} \rightarrow A_{16}$ $A_{16} \rightarrow A_{17}$ $A_{17} \rightarrow A_{19}$ $A_{19} \rightarrow A_{19}$ $A_{19} \rightarrow A_{25}$, $A_{25} \rightarrow A_{26}$ $A_{26} \rightarrow A_{27}$ $A_{27} \rightarrow A_{28}$ $A_{28} \rightarrow A_{20}$, $A_{20} \rightarrow A_{21}$ $A_{21} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{25}$ $A_{25} \rightarrow A_{26}$ $A_{26} \rightarrow A_{27}$ $A_{27} \rightarrow A_{37}$, $A_{37} \rightarrow A_{37}$ $A_{37} \rightarrow A_{38}$ $A_{38} \rightarrow A_{39}$ $A_{39} \rightarrow A_{26}$, $A_{26} \rightarrow A_{28}$ $A_{28} \rightarrow A_{35}$, $A_{35} \rightarrow A_{38}$ $A_{38} \rightarrow A_{39}$.

Dan pada paria hijau diperoleh hasil FLRG yaitu:

$A_1 \rightarrow A_1$ $A_1 \rightarrow A_1$ $A_1 \rightarrow A_1$ $A_2 \rightarrow A_2$ $A_2 \rightarrow A_1$ $A_1 \rightarrow A_1$ $A_1 \rightarrow A_2$ $A_2 \rightarrow A_2$ $A_2 \rightarrow A_3$ $A_3 \rightarrow A_3$ $A_3 \rightarrow A_3$ $A_4 \rightarrow A_2$ $A_2 \rightarrow A_2$ $A_2 \rightarrow A_6$, $A_6 \rightarrow A_7$ $A_7 \rightarrow A_7$ $A_7 \rightarrow A_{12}$ $A_{12} \rightarrow A_{14}$, $A_{14} \rightarrow A_{15}$ $A_{15} \rightarrow A_{17}$ $A_{17} \rightarrow A_7$, $A_7 \rightarrow A_7$ $A_{10} \rightarrow A_{11}$ $A_{11} \rightarrow A_{12}$ $A_{12} \rightarrow A_{12}$ $A_{12} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{24}$ $A_{24} \rightarrow A_{25}$ $A_{25} \rightarrow A_{26}$ $A_{26} \rightarrow A_{26}$ $A_{26} \rightarrow A_{13}$, $A_{13} \rightarrow A_{13}$ $A_{13} \rightarrow A_{21}$, $A_{21} \rightarrow A_{22}$ $A_{22} \rightarrow A_{23}$ $A_{23} \rightarrow A_{23}$ $A_{23} \rightarrow A_{38}$, $A_{38} \rightarrow A_{38}$ $A_{38} \rightarrow A_{39}$ $A_{39} \rightarrow A_{39}$ $A_{39} \rightarrow A_{24}$, $A_{24} \rightarrow A_{24}$ $A_{24} \rightarrow A_{34}$ $A_{34} \rightarrow A_{34}$ $A_{34} \rightarrow A_{39}$

Step 8. Menghitung hasil ramalan (\hat{Y}_t) melalui *fuzzy relationships logical group*.

Dalam memperoleh hasil peramalan, perhitungannya didasarkan pada aturan-aturan dalam menentukan nilai peramalan berdasarkan pengaturan

kecenderungan peramalan untuk memperbaiki kesalahan (*error*). Misalnya menghitung ramalan penjualan paria putih Bulan Februari 2010, dimana FLRG data aktual bulan Februari 2010 adalah A1→A3 A3 A7 A7 A8 A8 A8 A6 A7 A8 A7 A7 A8 A12 A13 A13 A14 A13 A7 A7 A11 A11 A13. Karena FLRG *one to many* maka perhitungan hasil ramalan adalah:

$$\hat{Y}_{1_{Feb\ 2010}} = m_2 P_{3,2} + Y_{t-1} P_{3,3} + m_4 P_{3,4}$$

Dimana m_2 adalah nilai tengah interval A2 yaitu $\frac{140+159}{2} = 149,5$, m_4 adalah nilai tengah interval A4 yaitu $\frac{180+199}{2} = 189,5$. Sedangkan $P_{3,2}$ merupakan probabilitas transisi dari A3 ke A2 yaitu $P_{3,2} = 0,25$, probabilitas transisi dari A3 ke A3 yaitu $P_{3,3} = 0,5$ dan probabilitas transisi dari A3 ke A4 yaitu $P_{3,4} = 0,25$. Sehingga $\hat{Y}_{1_{Feb\ 2010}} = 149,5 * 0,25 + 120 * 0,5 + 189,5 * 0,25 = 144,75$.

Step 9. Menghitung *adjust*, transisi dari A1 ke A3 adalah maju dengan selisih $s = 2$ sehingga nilai $adjust = \left(\frac{19}{2}\right) * 2 = 19$. Maka hasil ramalan pada bulan Februari 2010 yaitu.

$$\hat{Y}_{Feb\ 2010} = \hat{Y}_{1_{Feb\ 2010}} + 2 * adjust = 144,75 + 2 * (19) = 182,75.$$

Untuk proses implementasi metode *Fuzzy Time Series* dengan Matlab secara lengkap disajikan pada *listing program* pada Lampiran B.

4.4 Analisa dan Pembahasan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari perbandingan persentase tingkat kesalahan atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) hasil peramalan dengan metode SVR dan *Fuzzy Time Series*. Di bawah ini akan diberikan hasil peramalan dengan menggunakan kedua metode dan nilai perhitungan MAPE dari kedua metode tersebut.

4.4.1 Metode SVR

Tingkat kesalahan atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari hasil uji coba menggunakan metode SVR ditinjau dari parameter nilai *upper*

bound (C), nilai *epsilon* dan fungsi kernel yang digunakan dalam proses *training* dan *testing*. Uji coba metode SVR dilakukan dengan cara menentukan nilai C , nilai *epsilon* dan fungsi kernel yang digunakan. Uji coba metode SVR dilakukan dengan cara mengubah nilai paramater C (*upper bound*) yaitu 10, 100 dan 1000, nilai *epsilon* antara 1×10^{-3} sampai 1×10^{-7} dan jenis kernel yang digunakan adalah fungsi kernel linear. Hasil uji peramalan metode SVR dilakukan padadua jenis data penjualan paria yaitu paria hijau dan paria putih.

Hasil perhitungan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) berdasarkan hasil peramalan yang ditinjau dari nilai parameter *epsilon* yang digunakan dengan menggunakan parameter C dan fungsi kernel yang sama. Berdasarkan uji coba parameter *epsilon* dengan nenggunakan nilai $C = 10$ dan fungsi kernel linear, diperoleh nilai MAPE yang disajikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan MAPE yang ditinjau dari parameter *epsilon* dengan $C = 10$ dan fungsi kernel linear

<i>epsilon</i>	MAPE	
	Paria Hijau	Paria Putih
1×10^{-3}	$2,1579 \times 10^{-7}$	$2,0100 \times 10^{-7}$
1×10^{-4}	$9,4448 \times 10^{-8}$	$1,4845 \times 10^{-8}$
1×10^{-5}	$1,0796 \times 10^{-7}$	$1,7236 \times 10^{-7}$
1×10^{-6}	$2,1558 \times 10^{-7}$	$3,1555 \times 10^{-7}$
1×10^{-7}	$1,1130 \times 10^{-7}$	$2,3022 \times 10^{-7}$

Tabel 4.1 menunjukkan nilai MAPE dari hasil peramalan penjualan pada jenis paria. Uji coba dilakukan dengan cara mengubah nilai *epsilon*. Nilai C yang digunakan adalah 10, sedangkan parameter *epsilon* antara 1×10^{-3} sampai 1×10^{-7} dan jenis kernel adalah linear.

Uji coba perhitungan MAPE selanjutnya ditinjau dari nilai parameter *epsilon* yang digunakan dengan menggunakan parameter C dan fungsi kernel yang sama. Pada uji coba ini digunakan nilai parameter $C = 100$. Berdasarkan uji

coba parameter *epsilon* diperoleh nilai MAPE yang disajikan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan MAPE yang ditinjau dari parameter *epsilon* dengan $C = 100$ dan fungsi kernel linear

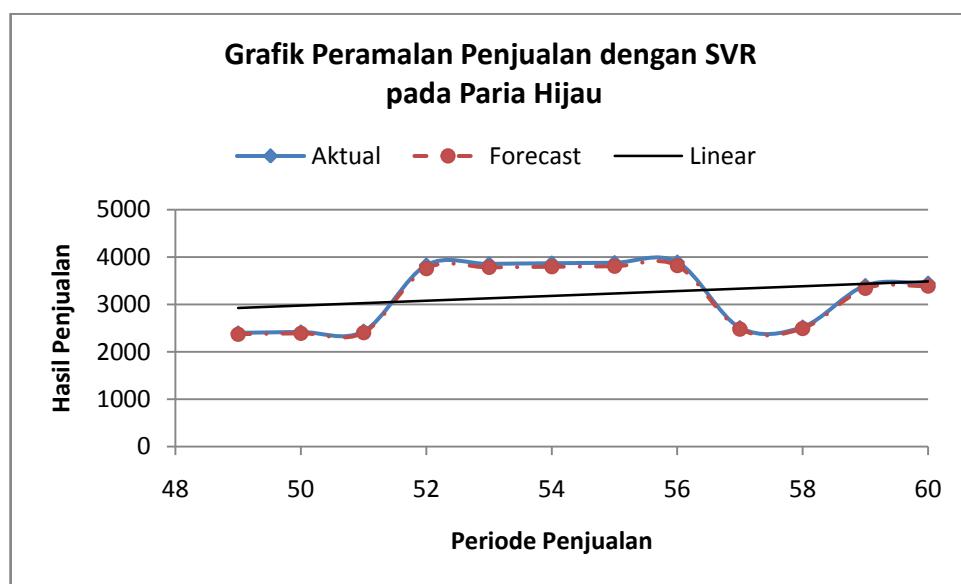
<i>epsilon</i>	MAPE	
	Paria Hijau	Paria Putih
1×10^{-3}	$1,0796 \times 10^{-8}$	$2,2963 \times 10^{-8}$
1×10^{-4}	$1,1171 \times 10^{-11}$	$2,2964 \times 10^{-8}$
1×10^{-5}	$1,3433 \times 10^{-8}$	$2,2965 \times 10^{-8}$
1×10^{-6}	$5,4906 \times 10^{-5}$	$2,2965 \times 10^{-8}$
1×10^{-7}	$1,0799 \times 10^{-8}$	$5,3861 \times 10^{-11}$

Tabel 4.2 menunjukkan nilai MAPE hasil peramalan penjualan pada jenis paria hijau dan putih. Uji coba dilakukan dengan cara mengubah nilai parameter *epsilon*. Nilai *epsilon* yang diambil adalah 1×10^{-3} sampai 1×10^{-7} , sedangkan parameter $C = 100$ dan jenis kernel adalah linear. Uji coba perhitungan MAPE selanjutnya ditinjau dari nilai parameter *epsilon* yang digunakan dengan menggunakan parameter C dan fungsi kernel yang sama. Pada uji coba ini digunakan nilai parameter $C = 1000$. Berdasarkan uji coba parameter *epsilon* diperoleh nilai MAPE yang disajikan pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan MAPE yang ditinjau dari parameter *epsilon* dengan $C = 1000$ dan fungsi kernel linear

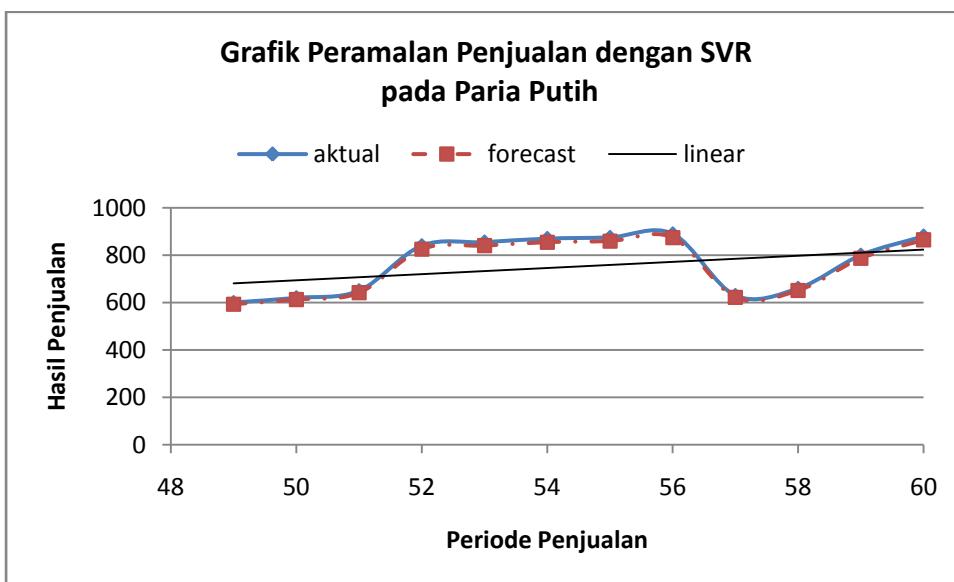
<i>epsilon</i>	MAPE	
	Paria Hijau	Paria Putih
1×10^{-3}	$1,0058 \times 10^{-9}$	$2,2804 \times 10^{-9}$
1×10^{-4}	$2,1425 \times 10^{-9}$	$2,2868 \times 10^{-9}$
1×10^{-5}	$2,1425 \times 10^{-9}$	$4,5951 \times 10^{-9}$
1×10^{-6}	$2,1253 \times 10^{-9}$	$1,3 \times 10^{-3}$
1×10^{-7}	$2,1357 \times 10^{-9}$	$4,5892 \times 10^{-9}$

Tabel 4.3 menunjukkan nilai MAPE dari hasil peramalan penjualan pada jenis paria hijau dan putih. Uji coba dilakukan dengan cara mengubah nilai parameter ϵ . Nilai ϵ yang diambil adalah 1×10^{-3} sampai 1×10^{-7} , sedangkan parameter $C = 1000$ dan jenis kernel adalah linear. Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada $\epsilon = 1 \times 10^{-6}$ diperoleh nilai MAPE yang cukup besar jika dibandingkan dengan nilai MAPE pada parameter nilai ϵ yang lain. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan, selanjutnya ditentukan nilai parameter $C = 1000$, $\epsilon = 1 \times 10^{-6}$ dan fungsi kernel linear yang digunakan dalam perbandingan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Sedangkan hasil peramalan penjualan pada jenis paria hijau dan paria putih diperlihatkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 di bawah ini:



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Data Peramalan Penjualan Paria Hijau

Gambar 4.1 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan data aktual penjualan pada paria hijau. Nilai parameter yang digunakan pada proses peramalan dengan metode SVR adalah $C = 1000$, $\epsilon = 1 \times 10^{-6}$ dan menggunakan fungsi kernel linear. Perhitungan nilai rata-rata persentase kesalahan absolut berdasarkan data hasil peramalan diperoleh nilai MAPE sebesar $2,1253 \times 10^{-9}$. Sedangkan hasil peramalan penjualan pada jenis paria putih diperlihatkan pada Gambar 4.2 di bawah ini:



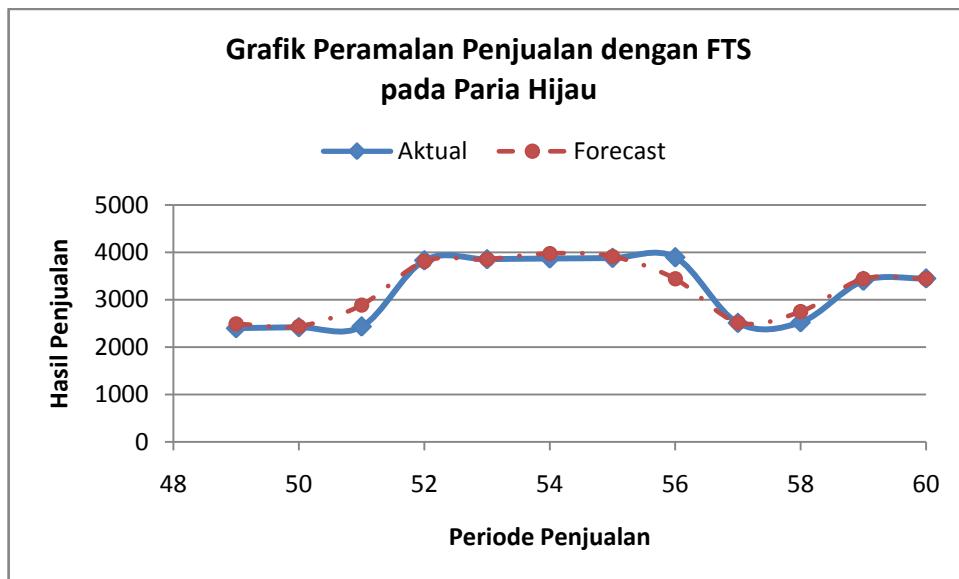
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Data Peramalan Penjualan Paria Putih

Gambar 4.2 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan data aktual penjualan pada paria putih. Proses peramalan dengan metode SVR menggunakan nilai parameter yaitu $C = 1000$, $\epsilon = 1 \times 10^{-6}$ dan menggunakan fungsi kernel linear. Perhitungan nilai rata-rata persentase kesalahan absolut (*Mean Absolute Percentage Error*) berdasarkan data hasil peramalan data penjualan paria putih diperoleh nilai MAPE sebesar $1,3 \times 10^{-3}$.

4.4.2 Metode Fuzzy Time Series.

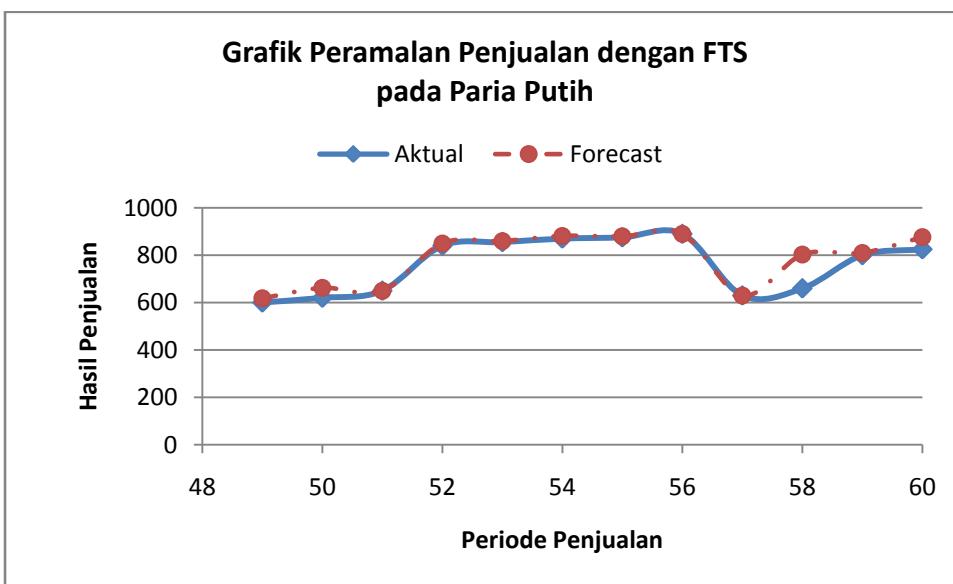
Rata-rata persentase kesalahan absolut atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari hasil uji coba peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* ditentukan dari hasil perhitungan *fuzzy logical, fuzzy logical relationships* (FLR's) dan *fuzzy logical relationships group*(FLRG). Uji coba metode *Fuzzy Time Series* dilakukan dengan cara menentukan interval *fuzzy*, selanjutnya dicari himpunan *fuzzy logical*, menentukan FLR's dan mencari FLRG. Setelah hasil dari FLRG diperoleh maka proses menghitung hasil peramalan dapat dicari melalui FLRG. Hasil peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* pada data penjualan jenis paria hijau dan putih didasarkan pada jumlah interval *fuzzy* yang digunakan yaitu sebanyak 39 interval. Berikut disajikan grafik hasil peramalan berdasarkan

data aktual penjualan jenis paria hijau yang diperlihatkan pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Peramalan dengan *Fuzzy Time Series* pada Data Penjualan Jenis Paria Hijau

Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan data aktual penjualan pada paria hijau menggunakan metode *Fuzzy Time Series*. Proses peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* didasarkan pada hasil perhitungan *fuzzy logical relationships group* (FLRG). Perhitungan nilai rata-rata persentase kesalahan atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) diperoleh dari jumlah keseluruhan antara hasil peramalan dikurangi dengan data aktual yang dibagi nilai data aktual yang selanjutnya dibagi dengan jumlah data. Berdasarkan hasil peramalan dengan jumlah 60 data penjualan pada jenis paria hijau diperoleh nilai MAPE sebesar $4,1619 \times 10^{-2}$. Sedangkan hasil uji peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* pada data penjualan jenis paria putih diperlihatkan pada Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Grafik Hasil Peramalan dengan *Fuzzy Time Series* pada Data Penjualan Jenis Paria Putih

Gambar 4.4 menunjukkan perbandingan hasil peramalan dengan data aktual penjualan pada paria putih menggunakan metode *Fuzzy Time*. Proses peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* didasarkan pada hasil perhitungan *fuzzy logical relationships group* (FLRG). Berdasarkan hasil peramalan pada 60 data penjualan jenis paria putih diperoleh nilai MAPE sebesar $3,5321 \times 10^{-2}$.

4.5 Perbandingan Metode SVR dan *Fuzzy Time Series*

Metode *Support Vector Regression* (SVR) dan *Fuzzy Time Series* merupakan dua metode yang digunakan untuk peramalan dengan masing-masing metode mempunyai algoritma yang berbeda. Dalam metode SVR digunakan parameter-parameter nilai C , nilai ϵ dan fungsi kernel untuk mendapatkan hasil peramalan. Nilai parameter yang digunakan adalah $C = 1000$, $\epsilon = 1 \times 10^{-6}$ dan fungsi kernel linear. Sedangkan untuk menentukan hasil peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* harus dicari *fuzzy logical relationships group* (FLRG) terlebih dahulu dengan menentukan interval dan himpunan *fuzzy*. Jumlah interval yang digunakan berdasarkan data uji yaitu sebanyak 39 interval. Dari hasil uji coba, perbandingan dua metode ini didasarkan pada hasil perhitungan rata-rata persentase kesalahan absolut atau *Mean Absolute Percentage Error*

(MAPE) yang diperoleh dari hasil peramalan 60 data aktual penjualan paria. Berikut hasil perbandingan MAPE dengan metode SVR dan *Fuzzy Time Series* pada data penjualan benih jenis paria diperlihatkan pada Tabel 4.4 berikut:

Metode	MAPE	
	PariaHijau	PariaPutih
SVR	$2,1253 \times 10^{-9}$	$1,3 \times 10^{-3}$
FTS	$4,1619 \times 10^{-2}$	$3,5321 \times 10^{-2}$

Tabel 4.4 Perbandingan MAPE dengan Metode SVR
Dan FTS.

Tabel 4.4 Menunjukkan perbandingan nilai MAPE hasil peramalan dengan metode SVR dan *Fuzzy Time Series* pada data penjualan benih jenis paria. Pada table 4.4 dijelaskan bahwa hasil perhitungan nilai MAPE untuk data penjualan benih jenis paria hijau dengan metode SVR sebesar $2,1253 \times 10^{-9}$ dan nilai MAPE dengan metode *Fuzzy Time Series* sebesar $4,1619 \times 10^{-2}$. Sedangkan hasil perhitungan nilai MAPE untuk data penjualan benih jenis paria putih dengan metode SVR sebesar $1,3 \times 10^{-3}$ dan nilai MAPE dengan metode *Fuzzy Time Series* sebesar $3,5321 \times 10^{-2}$. Dari uji coba yang dilakukan pada data penjualan dua jenis paria tersebut, bahwa metode SVR memberikan hasil perhitungan MAPE lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil perhitungan MAPE dengan metode *Fuzzy Time Series*.

LAMPIRAN A

Tabel A1. Data Aktual Penjualan Benih Paria Tahun 2010

Penjualan tahun	2010	
	Produk (pcs)	
	Paria hijau	Paria putih
Januari	360	120
Februari	380	160
Maret	385	170
April	440	240
Mei	450	250
Juni	470	260
Juli	480	265
Agustus	485	270
September	370	230
Oktober	375	245
November	430	260
Desember	445	270

Tabel A2. Data Aktual Penjualan Benih Paria Tahun 2011

Penjualan tahun	2011	
	Produk (pcs)	
	Paria hijau	Paria putih
Januari	480	240
Februari	490	250
Maret	495	270
April	600	350
Mei	620	360
Juni	625	375
Juli	630	385
Agustus	650	370
September	470	245
Oktober	475	255
November	510	320
Desember	515	330

Tabel A3. Data Aktual Penjualan Benih Paria Tahun 2012

Penjualan tahun	2012	
Bulan	Produk (pcs)	
	Paria hijau	Paria putih
Januari	900	360
Februari	915	375
Maret	930	390
April	1400	440
Mei	1600	455
Juni	1650	470
Juli	1850	485
Agustus	1900	490
September	970	370
Oktober	990	380
November	1200	430
Desember	1350	445

Tabel A4. Data Aktual Penjualan Benih Paria Tahun 2013

Penjualan tahun	2013	
Bulan	Produk (pcs)	
	Paria hijau	Paria putih
Januari	1380	480
Februari	1390	485
Maret	1400	495
April	2500	610
Mei	2550	620
Juni	2620	640
Juli	2690	655
Agustus	2710	670
September	1500	510
Oktober	1550	525
November	2200	590
Desember	2350	605

Tabel A5. Data Aktual Penjualan Benih Paria Tahun 2014

Penjualantahun Bulan	2014	
	Produk (pcs)	
	Paria hijau	Paria putih
Januari	2400	600
Februari	2420	620
Maret	2435	650
April	3830	840
Mei	3855	855
Juni	3870	870
Juli	3880	875
Agustus	3895	890
September	2510	630
Oktober	2525	660
November	3400	800
Desember	3450	880

LAMPIRAN B

Tabel B1. Hasil Fuzzifikasi Data Penjualan Paria Hijau

Periode	Data Aktual	Interval	Fuzzifikasi
Jan-10	360	[360,451]	A1
Feb-10	380	[360,451]	A1
Mar-10	385	[360,451]	A1
Apr-10	440	[360,451]	A1
Mei-10	450	[360,451]	A1
Jun-10	470	[452,543]	A2
Jul-10	480	[452,543]	A2
Agust-10	485	[452,543]	A2
Sep-10	370	[360,451]	A1
Okt-10	375	[360,451]	A1
Nov-10	430	[360,451]	A1
Des-10	445	[360,451]	A1
Jan-11	480	[452,543]	A2
Feb-11	490	[452,543]	A2
Mar-11	495	[452,543]	A2
Apr-11	600	[544,635]	A3
Mei-11	620	[544,635]	A3
Jun-11	625	[544,635]	A3
Jul-11	630	[544,635]	A3
Agust-11	650	[636,727]	A4
Sep-11	470	[452,543]	A2
Okt-11	475	[452,543]	A2
Nov-11	510	[452,543]	A2
Des-11	515	[452,543]	A2
Jan-12	900	[820,911]	A6
Feb-12	915	[912,1003]	A7
Mar-12	930	[912,1003]	A7
Apr-12	1400	[1372,1463]	A12
Mei-12	1600	[1556,1647]	A14
Jun-12	1650	[1648,1739]	A15
Jul-12	1850	[1832,1923]	A17
Agust-12	1900	[1832,1923]	A17
Sep-12	970	[912,1003]	A7
Okt-12	990	[912,1003]	A7
Nov-12	1200	[1188,1279]	A10
Des-12	1350	[1280,1371]	A11
Jan-13	1380	[1372,1463]	A12
Feb-13	1390	[1372,1463]	A12

Mar-13	1400	[1372,1463]	A12
Apr-13	2500	[2476,2567]	A24
Mei-13	2550	[2476,2567]	A24
Jun-13	2620	[2568,2659]	A25
Jul-13	2690	[2660,2751]	A26
Agust-13	2710	[2660,2751]	A26
Sep-13	1500	[1464,1555]	A13
Okt-13	1550	[1464,1555]	A13
Nov-13	2200	[2200,2291]	A21
Des-13	2350	[2292,2383]	A22
Jan-14	2400	[2384,2475]	A23
Feb-14	2420	[2384,2475]	A23
Mar-14	2435	[2384,2475]	A23
Apr-14	3830	[3764,3855]	A38
Mei-14	3855	[3764,3855]	A38
Jun-14	3870	[3856,3947]	A39
Jul-14	3880	[3856,3947]	A39
Agust-14	3895	[3856,3947]	A39
Sep-14	2510	[2476,2567]	A24
Okt-14	2525	[2476,2567]	A24
Nov-14	3400	[3396,3487]	A34
Des-14	3450	[3396,3487]	A34

Tabel B2. Hasil Fuzzifikasi Data Penjualan Paria Putih

Periode	Data Aktual	Interval	Fuzzifikasi
Jan-10	120	[120,139]	A1
Feb-10	160	[160,179]	A3
Mar-10	170	[160,179]	A3
Apr-10	240	[240,259]	A7
Mei-10	250	[240,259]	A7
Jun-10	260	[260,279]	A8
Jul-10	265	[260,279]	A8
Agust-10	270	[260,279]	A8
Sep-10	230	[220,239]	A6
Okt-10	245	[240,259]	A7
Nov-10	260	[260,279]	A8
Des-10	270	[260,279]	A8
Jan-11	240	[240,259]	A7
Feb-11	250	[240,259]	A7
Mar-11	270	[260,279]	A8
Apr-11	350	[340,359]	A12
Mei-11	360	[360,379]	A13

Jun-11	375	[360,379]	A13
Jul-11	385	[380,399]	A14
Agust-11	370	[360,379]	A13
Sep-11	245	[240,259]	A7
Okt-11	255	[240,259]	A7
Nov-11	320	[320,339]	A11
Des-11	330	[320,339]	A11
Jan-12	360	[360,379]	A13
Feb-12	375	[360,379]	A13
Mar-12	390	[380,399]	A14
Apr-12	440	[440,459]	A17
Mei-12	455	[440,459]	A17
Jun-12	470	[460,479]	A18
Jul-12	485	[480,499]	A19
Agust-12	490	[480,499]	A19
Sep-12	370	[360,379]	A13
Okt-12	380	[380,399]	A14
Nov-12	430	[420,439]	A16
Des-12	445	[440,459]	A17
Jan-13	480	[480,499]	A19
Feb-13	485	[480,499]	A19
Mar-13	495	[480,499]	A19
Apr-13	610	[600,619]	A25
Mei-13	620	[620,639]	A26
Jun-13	640	[640,659]	A27
Jul-13	655	[640,659]	A27
Agust-13	670	[660,679]	A28
Sep-13	510	[500,519]	A20
Okt-13	525	[520,539]	A21
Nov-13	590	[580,599]	A24
Des-13	605	[600,619]	A25
Jan-14	600	[600,619]	A25
Feb-14	620	[620,639]	A26
Mar-14	650	[640,659]	A27
Apr-14	840	[840,859]	A37
Mei-14	855	[840,859]	A37
Jun-14	870	[860,879]	A38
Jul-14	875	[860,879]	A38
Agust-14	890	[880,899]	A39
Sep-14	630	[620,639]	A26
Okt-14	660	[660,679]	A28
Nov-14	800	[800,819]	A35
Des-14	880	[880,899]	A39

LAMPIRAN C

LAMPIRAN C1: Listing Program Metode *Support Vector Regression* (SVR)

```
function svrobj = svrobj(contohData, hasilContohData, c, epsilon)
jumlahData = size(contohData,1);

%1. Tentukan fungsi kernel yang digunakan
%fungsiKernel = @(a,b) prod(arrayfun(@(x,y) 1 + x*y+x*y*min(x,y)-
    (x+y)/2*min(x,y)^2+1/3*min(x,y)^3,a.feature,b.feature))
;
fungsiKernel= @(a,b) prod(arrayfun(@(x,y)
    x'*y,a.feature,b.feature)); %linear
%fungsiKernel= @(a,b)
    prod(arrayfun(@(x,y) (1+x'*y),a.feature,b.feature));
    %polynomial derajat 1

%2. Lakukan perulangan pada setiap contoh data
%Ambil semua kemungkinan pasangan data yang ada, termasuk
pasangan dengan dirinya sendiri
for i=1:jumlahData
for j=1:jumlahData
    xi(i,j).feature = contohData(i,:);
    xj(i,j).feature = contohData(j,:);
end
end

%3. Buat matriks untuk digunakan sebagai contoh data yang akan
dipelajari
M = arrayfun(fungsiKernel,xi,xj);
M = M + 1/c*eye(jumlahData);

%4. Lakukan pembelajaran data menggunakan metode Quadratic
Programming
%Sebelum melakukan pembelajaran data, maka harus ditentukan dulu
parameter yang digunakan dalam metode tersebut,
%yaitu H, f, lb, ub
H = 0.5*[M zeros(jumlahData,3*jumlahData);
zeros(3*jumlahData,4*jumlahData)];
f = [-hasilContohData;
epsilon*ones(jumlahData,1);zeros(jumlahData,1);zeros(juml
ahData,1)];
lb = [-c*ones(jumlahData,1);      zeros(jumlahData,1);
zeros(2*jumlahData,1)];
ub = [ c*ones(jumlahData,1);      2*c*ones(jumlahData,1);
c*ones(2*jumlahData,1)];
z = quadprog(H,f,[],[],[],lb,ub,[]);

%5. Hitung nilai alpha, yaitu beberapa data pertama yang
diperoleh dari hasil pembelajaran sebelumnya
alpha = z(1:jumlahData)

%6. Hitung nilai bias yang dilambangkan dengan b berdasarkan
```

```

        rerata data
%support vector
for m=1:jumlahData
    bias(m) = hasilContohData(m);
for n = 1:jumlahData
    bias(m) = bias(m) - alpha(n) * M(m,n);
end
bias(m) = bias(m) - epsilon - alpha(m)/c;
end
b = mean(bias);

%7. Simpan nilai alpha, bias, fungsi kernel, contoh data, dan
%fungsi untuk menghitung prediksi
svrobject.alpha = alpha;
svrobject.b = b;
svrobject.kernel = fungsiKernel;
svrobject.contohData = contohData;
svrobject.hitungPrediksi = @(x) cellfun(@(u)
    hitungNilaiOutput(u), num2cell(x,2))

%Gunakan fungsi ini untuk menghitung nilai output menggunakan
data
%pembelajaran yang sudah ada
function f = hitungNilaiOutput(x)
f = 0;

jumlahPrediksi = size(x,1);
for i=1:jumlahPrediksi
    sx(i).feature = x(i,:);
end

jumlahData = size(contohData,1);
for i=1:jumlahData
    sy(i).feature = contohData(i,:);
end

%fungsi regresi secara eksplisit
for i=1:jumlahData
    f = f + svrobject.alpha(i)*fungsiKernel(sx(1),sy(i));
end
f = (f + b)/2;
end

clc; clear all; close all;

%1. Input Data
contohData= xlsread('penjualan.xlsx', 1, 'B1:B60');
hasilContohData= xlsread('penjualan.xlsx', 1, 'B1:B60');
X1=contohData;
X2=hasilContohData;
jumlahData = size(contohData,1);

%2. Input Parameter
c=1e+2
epsilon=1e-06

```

```

%3. Proses SVR untuk mendapatkan nilai alpha, bias dan fungsi
kernel
svrobj = svrobj(contohData, hasilContohData, c, epsilon)

%4. mendapatkan nilai f
hasilPerhitunganContohData = svrobj.hitungPrediksi(contohData)

%loss function (fungsi keputusan)
rata2delta = sum((hasilContohData - hasilPerhitunganContohData))/
size(hasilContohData,1)

%5. Hasil Peramalan dg SVR
hasilPerhitunganDataBaru = svrobj.hitungPrediksi(X2) + rata2delta

%6. Perhitungan MAPE
MAPE = 1/jumlahData *sum( (abs(hasilPerhitunganDataBaru'-X2')/X2'))

```

LAMPIRAN C2: Listing Program Metode *Fuzzy Time Series*

```

clc; clear all; close all;

[NamaFile,NamaLokasi] = uigetfile({'*.xls','Excel
(.xls)';'*xlsx',...
'Excel (.xlsx)';'*.*','All Files'},'Ambil File Bentuk Excel');
if NamaFile==0
return;
end
[Path,Nama,Ekstensi] = fileparts([NamaLokasi,NamaFile]);
[status,sheets,format] = xlsinfo([NamaLokasi,NamaFile]);
Data = [];

delete(['Hasil Fuzzifikasi ',Nama,' Fuzzy Time Series.xls']);
delete(['Hasil Fuzzy Logic Relation ',Nama,' Fuzzy Time
Series.xls']);
delete(['Hasil Fuzzy Logic Relation Group ',Nama,' Fuzzy Time
Series.xls']);
delete(['Hasil Forecast (Peramalan) ',Nama,' Fuzzy Time
Series.xls']);
delete(['Hasil Probabilistic ',Nama,' Fuzzy Time Series.xls']);
clc;

Baris = [];
for i=1:length(sheets)
    [Data1,NamaData] = xlsread([NamaLokasi,NamaFile],i);
    for j=1:length(NamaData(4:size(NamaData,1),1))
        Baris = [Baris; {[NamaData{3+j},1} sprintf(' %d',2010+(i-
1))}]];
    end
    Data = [Data; Data1(4:size(Data1,1),:)];
end

```

```

t1 = 1;
for k1=1:size(Data,2)
    x = (1:size(Data,1))';
    y = Data(:,k1);
    n = length(y);

    %% Fuzzy Time Series
    disp(['Sedangkan untuk proses Fuzzy Time Series dari kota
',Nama,...,
' pada data ',NamaData(3,k1+1)]);

% Selisih atau Lag Absolut
for t=1:n-1
    D1(t) = abs(y(t+1)-y(t));
end
    av = sum(D1)/(n-1);
%    B = av/2;
    B = (min(y)+max(y))/8;
    I = round(B);
if B>=0.1 && B<=1
    disp('Basis 0.1');
elseif B>=1.1 && B<=10
    disp('Basis 1');
elseif B>=11 && B<=100
    disp('Basis 10');
elseif B>=101 && B<=1000
    disp('Basis 100');
elseif B>=1001 && B<=10000
    disp('Basis 1000');
end

m = (max(D1)+D1(1)-min(D1)+D1(2))/I;
a1 = min(y); Data_Rentang = [];
Banyak_Fuzzy = min(y):I:max(y);
if Banyak_Fuzzy(end)<max(y)
    Banyak_Fuzzy(end+1) = Banyak_Fuzzy(end)+I;
end

while a1<=Banyak_Fuzzy(end)
    Data_Rentang = [Data_Rentang; a1 a1+I];
    a1 = a1+I+1;
end
Data_Rentang2 = linspace(min(y),max(y),length(Banyak_Fuzzy));
Sb_y = eye(length(Banyak_Fuzzy));

A2 = [];
for j=1:length(y)
    A1 = [];
    A5(j) = {sprintf('%d',y(j))};
    for i=1:size(Data_Rentang,1)
        if y(j)>=Data_Rentang(i,1) && y(j)<=Data_Rentang(i,2)
            A1 = [A1 (y(j)-
Data_Rentang(i,2))/(Data_Rentang(i,1)-Data_Rentang(i,2))...
(Data_Rentang(i,1)-y(j))/(Data_Rentang(i,1)-
Data_Rentang(i,2))];
        end
    end
end

```

```

        A3(j) = sprintf('A%d',i);
        A4(j) =
sprintf('[%d,%d]',Data_Rentang(i,1),Data_Rentang(i,2));
        A6(j) = i;
    else
        A1 = [A1 0];
    end
end
    A2 = [A2; A1];
end
Rata2_Rentang = mean(Data_Rentang');
disp('Fuzzifikasi:');
A_new1 = [A5' A4' A3'];
Kolom = {'Data Aktual','Interval','Fuzzifikasi'};
figure(t1);
uitable('data',A_new1,'RowName',Baris,'ColumnName',Kolom);
t1 = t1+1;

    disp('Fuzzy logical relation');
for i=1:length(A6)
if i<length(A6)
    fprintf(['A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1)), ',',
']);
    FLR(i) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1)), ', ', ]};
else
    fprintf(['A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(size(Data_Rentang,1)), ...
', A',num2str(size(Data_Rentang,1)), '->0\n\n']);
    FLR(i) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(size(Data_Rentang,1)), ', ', ]};
    FLR(i+1) = {[ 'A',num2str(size(Data_Rentang,1)), '->0' ]};
end
end

    disp('Fuzzy logical relation group');
a3 = 0; p = 0;
i=1; A = []; t2 = 0;
Prob1 = zeros(1,size(Data_Rentang,1));
Prob2 = zeros(size(Data_Rentang,1),size(Data_Rentang,1));

A7 = [];
t2 = t2+1;
if k1==1
for i=1:length(A6)
if i==1
    A = [A 0];
    fprintf(['A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))]);
    A7 = [A7 'A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))];
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i>1 && i<=24
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);

```

```

    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 'A',num2str(A6(i+1))];
elseif i==25 || i==29
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ']};
end
A7 = [];
t2 = t2+1;
fprintf(['A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))]);
A7 = [A7 'A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))];
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i>25 && i<=28
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 'A',num2str(A6(i+1))];
elseif i>29 && i<=32
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 'A',num2str(A6(i+1))];
elseif i==33 || i==40
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ']};
end
A7 = [];
t2 = t2+1;
fprintf(['A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))]);
A7 = [A7 'A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))];
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i>33 && i<=39
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 'A',num2str(A6(i+1))];
elseif i>40 && i<=44
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 'A',num2str(A6(i+1))];
elseif i==45 || i==47
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ']};
end

```

```

        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        A7 = [A7 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))];
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    elseif i>45 && i<=46
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>47 && i<=51
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i==52 || i==57
        A = [A 0];
    if isempty(A7)==0
        FLRG(t2) = {[A7 ',']};
    end
        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        A7 = [A7 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))];
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    elseif i>52 && i<=56
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>57 && i<=58
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i==59
        A = [A 0];
    if isempty(A7)==0
        FLRG(t2) = {[A7 ',']};
    end
        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        A7 = [A7 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))];
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;

```

```

elseif i>59 && i<=60
    A = [A 1];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 'A',num2str(size(Data_Rentang,1))]};
end
    fprintf(['A',num2str(size(Data_Rentang,1)), '\n']);
    Prob2(A6(i),size(Data_Rentang,1)) =
Prob2(A6(i),size(Data_Rentang,1))+1;
end
end
else
for i=1:length(A6)
if i==1
    A = [A 0];
    fprintf(['A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))]);
    A7 = [A7 'A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))];
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i>1 && i<=4
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
elseif i==5 || i==9
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ',']};
end
    A7 = [];
    t2 = t2+1;
    fprintf(['',A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1))]);
    FLRG(t2) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '->A',num2str(A6(i+1)), ',']};
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i>5 && i<=8
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
elseif i>9 && i<=10
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
elseif i==11 || i==13
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ',']};
end

```

```

        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        FLRG(t2) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1)), ',' ]};
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    elseif i>11 && i<=12
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>14 && i<=17
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i==14 || i==18
        A = [A 0];
    if isempty(A7)==0
        FLRG(t2) = {[A7 ',']};
    end
        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        FLRG(t2) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1)), ',' ]};
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    elseif i>18 && i<=19
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>22 && i<=25
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i==20 || i==21
        A = [A 0];
    if isempty(A7)==0
        FLRG(t2) = {[A7 ',']};
    end
        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        FLRG(t2) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1)), ',' ]};
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;

```

```

elseif i>26 && i<=32
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
elseif i>34 && i<=39
    A = [A 1];
    fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
elseif i==22 || i==26
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ]};
end
    A7 = [];
    t2 = t2+1;
    fprintf(['>A',num2str(A6(i+1))), '-');
    FLRG(t2) = {[['A',num2str(A6(i)), '-'
    >A',num2str(A6(i+1)), ',']]};
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i==33 || i==34
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ]};
end
    A7 = [];
    t2 = t2+1;
    fprintf(['>A',num2str(A6(i+1))), '-');
    FLRG(t2) = {[['A',num2str(A6(i)), '-'
    >A',num2str(A6(i+1)), ',']]};
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i==40 || i==42
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ]};
end
    A7 = [];
    t2 = t2+1;
    fprintf(['>A',num2str(A6(i+1))), '-');
    FLRG(t2) = {[['A',num2str(A6(i)), '-'
    >A',num2str(A6(i+1)), ',']]};
    Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
    Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
elseif i==45 || i==51
    A = [A 0];
if isempty(A7)==0
    FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ]};
end
    A7 = [];
    t2 = t2+1;

```

```

        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        FLRG(t2) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1)), ',' ]};
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    elseif i==52 || i==56
        A = [A 0];
    if isempty(A7)==0
        FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ']};
    end
        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        FLRG(t2) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1)), ',' ]};
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    elseif i==57 || i==59
        A = [A 0];
    if isempty(A7)==0
        FLRG(t2) = {[A7 ' ', ' ']};
    end
        A7 = [];
        t2 = t2+1;
        fprintf(['A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1))]);
        FLRG(t2) = {[ 'A',num2str(A6(i)), '-
>A',num2str(A6(i+1)), ',' ]};
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
    elseif i>40 && i<=41
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>42 && i<=44
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>45 && i<=50
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>52 && i<=55
        A = [A 1];
        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>57 && i<=58
        A = [A 1];

```

```

        fprintf([' A',num2str(A6(i+1))]);
        Prob1(A6(i)) = Prob1(A6(i))+1;
        Prob2(A6(i),A6(i+1)) = Prob2(A6(i),A6(i+1))+1;
        A7 = [A7 ' A',num2str(A6(i+1))];
    elseif i>59 && i<=60
        A = [A 1];
    if isempty(A7)==0
        FLRG(t2) = {[A7 '
A',num2str(size(Data_Rentang,1))]};
    end
        fprintf([
A',num2str(size(Data_Rentang,1)),'\n']);
        Prob2(A6(i),size(Data_Rentang,1)) =
Prob2(A6(i),size(Data_Rentang,1))+1;
    end
end
end
end

for i=1:size(Data_Rentang,1)
    Baris2(i) = {sprintf('P%d',i)};
    Kolom2(i) = {sprintf('P%d',i)};
for j=1:size(Data_Rentang,1)
    Prob(i,j) = Prob2(i,j)/Prob1(i);
end
end

for i=1:length(A)
if A(i)==0
    Y_Prediksi(i) = mean(Data_Rentang(A6(i),:));
else
    if (i+1)<=length(A)
        Prob_new = [Prob(A6(i),A6(i-1)) Prob(A6(i),A6(i))
Prob(A6(i),A6(i+1))];
        Prob_new1 = find(Prob_new==min(Prob_new));
        Prob_new2 = 1-sum(Prob_new);
        if length(Prob_new1)==1 || length(Prob_new1)==3
            Prob_new3 = [0 Prob_new2 0] + Prob_new;
        elseif length(Prob_new1)==2
            Prob_new3 = [Prob_new2/2 0 Prob_new2/2] +
Prob_new;
        end
        YI_Prediksi(i) = mean(Data_Rentang(A6(i-
1),:))*Prob_new3(1) +...
y(i-1)*Prob_new3(2) +
mean(Data_Rentang(A6(i+1),:))*Prob_new3(3);
    else
        Prob_new = [Prob(A6(i),A6(i-1))
Prob(A6(i),A6(i))];
        Prob_new2 = 1-sum(Prob_new);
        Prob_new3 = [0 Prob_new2] + Prob_new;
        YI_Prediksi(i) = mean(Data_Rentang(A6(i-
1),:))*...
        Prob_new3(1) + y(i-1)*Prob_new3(2);
    end
    VS = A6(i)-A6(i-1);
    Y_Prediksi(i) = YI_Prediksi(i) +2*(I/2)*VS;
end

```

```

end
Y_Prediksi

Kolom1 = {'Data Aktual','Forecast'};
figure(t1);
uitable('data',[y
Y_Prediksi'],'RowName',Baris,'ColumnName',Kolom1);
t1 = t1+1;

figure(t1);
plot(y,'b--');
hold on;
plot(Y_Prediksi,'r-.');
title(['Grafik Peramalan Data \it{Fuzzy Time Series} pada
data penjualan ',...]
      NamaData(3,k1+1]),'fontweight','b');
xlabel('Bulan (dari Tahun 2010)', 'fontweight','b');
ylabel('Nilai Penjualan','fontweight','b');
legend('Aktual','Prediksi');
t1 = t1+1;

% Hasil Excel
xlswrite(['Hasil Fuzzifikasi ',Nama,' Fuzzy Time
Series.xls'],...
A_new1,NamaData{3,k1+1}, 'B2');
xlswrite(['Hasil Fuzzifikasi ',Nama,' Fuzzy Time
Series.xls'],...
Baris,NamaData{3,k1+1}, 'A2');
xlswrite(['Hasil Fuzzifikasi ',Nama,' Fuzzy Time
Series.xls'],...
Kolom,NamaData{3,k1+1}, 'B1');

xlswrite(['Hasil Fuzzy Logic Relation ',Nama,...
' Fuzzy Time Series.xls'],FLR',NamaData{3,k1+1}, 'B2');
xlswrite(['Hasil Fuzzy Logic Relation ',Nama,...
' Fuzzy Time
Series.xls'],(1:length(FLR))',NamaData{3,k1+1}, 'A2');
xlswrite(['Hasil Fuzzy Logic Relation ',Nama,...
' Fuzzy Time Series.xls'],{'FLR'},NamaData{3,k1+1}, 'B1');

xlswrite(['Hasil Probabilistic ',Nama,...
' Fuzzy Time Series.xls'],Prob,NamaData{3,k1+1}, 'B2');
xlswrite(['Hasil Probabilistic ',Nama,...
' Fuzzy Time Series.xls'],Baris2',NamaData{3,k1+1}, 'A2');
xlswrite(['Hasil Probabilistic ',Nama,...
' Fuzzy Time Series.xls'],Kolom2,NamaData{3,k1+1}, 'B1');

xlswrite(['Hasil Fuzzy Logic Relation Group ',Nama,...
' Fuzzy Time Series.xls'],FLRG',NamaData{3,k1+1}, 'B2');
xlswrite(['Hasil Fuzzy Logic Relation Group ',Nama,...
' Fuzzy Time
Series.xls'],(1:length(FLRG))',NamaData{3,k1+1}, 'A2');
xlswrite(['Hasil Fuzzy Logic Relation Group ',Nama,...
' Fuzzy Time Series.xls'],{'FLRG'},NamaData{3,k1+1}, 'B1');

xlswrite(['Hasil Forecast (Peramalan) ',Nama, ...

```

```
' Fuzzy Time Series.xls'],[y Y_Prediksi'],NamaData{3,k1+1},'B2');  
    xlswrite(['Hasil Forecast (Peramalan) ',Nama,...  
' Fuzzy Time Series.xls'],Baris,NamaData{3,k1+1},'A2');  
    xlswrite(['Hasil Forecast (Peramalan) ',Nama,...  
' Fuzzy Time Series.xls'],Kolom1,NamaData{3,k1+1},'B1');  
end
```

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada Bab 4, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Support Vector Regression* (SVR).

Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) hasil peramalan data penjualan jenis paria yang ditinjau dari parameter nilai *upper bound* ($C = 1000$), *epsilon* ($\varepsilon = 1 \times 10^{-6}$) dan fungsi kernel linear, untuk data aktual penjualan benih jenis paria hijau yaitu sebesar $2,1253 \times 10^{-9}$. Sedangkan nilai MAPE untuk data penjualan benih jenis paria putih sebesar $1,3 \times 10^{-3}$.

2. Metode *Fuzzy Time Series* (FTS).

Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) hasil peramalan data penjualan jenis paria yang ditinjau hasil perhitungan jumlah interval, *fuzzy logical, fuzzy logical relationships* (FLR's) dan *fuzzy logical relationships group* (FLRG), untuk data aktual penjualan benih jenis paria hijau yaitu sebesar $4,1619 \times 10^{-2}$. Sedangkan nilai MAPE untuk data penjualan benih jenis paria putih sebesar $3,5321 \times 10^{-2}$.

3. Jika ditinjau hasil rata-rata persentase kesalahan absolut (MAPE) kedua metode klasifikasi, metode SVR menghasilkan nilai MAPE lebih kecil jika dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time Series*. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa metode SVR lebih baik jika dibandingkan dengan metode *Fuzzy Time Series* dalam kaitannya dengan peramalan data penjualan benih.

5.2 Saran

Dalam rangka pengembangan penelitian lebih lanjut, pada metode SVR dapat dilakukan dengan merubah jenis fungsi kernel yang digunakan. Selain itu, penggunaan jenis data pada penelitian ini kurang sesuai untuk diterapkan pada metode SVR ataupun *Fuzzy Time Series* dikarenakan hanya menggunakan satu variabel sebagai data input sehingga memungkinkan untuk diterapkan dalam kasus dengan jenis data yang memiliki banyak variabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, J. R..dan Chapman, N. S (2004), *Introduction to Material Management*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Berutu, S. S. (2013), *Peramalan Penjualan dengan Metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*. Universitas Diponogoro. Semarang.
- Cai, C, Ma, Q. danLv, S. (2012), *Research on Support Vector Regression in the Stock Market Forecasting*. Dept of Information and Science. College of Art and Science, Beijing Union Univercity. Beijing 100191. China.
- Duru, O dan Yoshida S.2009. *Comparative Analysis of Fuzzy Time Series and Forecasting*: an Empirical Study of Forecasting Dry Bulk Shipping Index.
- Hanke, J. E, Reitsch, A. G. dan Wichern, D. W. (2001), *Business Forecasting* (7 ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Hastie, T.Tibshirani, R., and Friedman, J.(2001), *The Element of Statistical Learning: data mining, inference, and prediction*, Springer-Verlag, New York.
- Haykin, S. (1999), *Neural Network: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall, New Jersey.
- Jaman, J. H dan Komarudin, O. (2014), *Integrasi dashboard dengan Fuzzy Time Series dalam memprediksi kesehatan masyarakat*. Universitas Singaperbangsa Karawang.
- Makridakis, S dan Wheelwright, S. C. (1999), *Forecasting Methods for Management*, New Yoork: John Wiley & Sons.
- Ross S M. (2003). *Introduction to probability Models*, Academic Press, New York.
- Santosa, B. (2007), *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saxena, P. Sharma, K dan Easo, S (2012) *Forecasting Enrollment based on Fuzzy Time Series with Higher Forecast Accuracy Rate*. Computer Science and Engineering, Medi-caps Institute of Technology & Management, Indore (MP), India.

- Scholkopf, B. dan Smola, A.(2002), Learning with Kernel, The MIT Press, Cambridge, Mas-sachusetts.
- Simamora, H.(2000), *Akuntansi: Basis Pengambilan Keputusan Bisnis*, Jakarta: Salemba Empat, jilid 2.
- Tsaur, R. C. T. (2012). *A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model with An Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and Us Dollar*. Department of Management SciencisTamkang University, New Taipei city. Taiwan.
- Vapnik, V. (1995). *The Nature of Statisfical Learning Theory* (1 ed.). New York: Springer.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Saiful Akbar lahir di Situbondo, 28 Mei 1987, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal mulai dari TK Dharma Wanita Situbondo, SD Negeri 3 Patokan Situbondo (2000), SMP Negeri 4 Situbondo (2003), SMA Nurul Jadid Paiton Probolinggo (2006). Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studi S1 di Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Abdurachman Saleh Situbondo (2010). Penulis lulus sarjana dengan delapan semester dan wisuda pada bulan Desember 2010 dengan mendapat gelar Sarjana Ekonomi. Penulis melanjutkan studi S2 di Jurusan Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013 melalui jalur Beasiswa BPPDN Dikti dengan NRP. 1213201028. Penulis dapat dihubungi melalui email saiful_akbar87@yahoo.com.

