

**PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *AUTOMATIC CLUSTERING*  
DAN *HIGH ORDER FUZZY TIME SERIES***

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Informatika

oleh :

**FADLI L. HAKIM**  
**10851002873**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2012**

***FORECASTING OF RAINFALL BY USING AUTOMATIC  
CLUSTERING AND HIGH ORDER FUZZY TIME SERIES  
METHOD***

**FADLI L. HAKIM  
10851002873**

*Information Engineering Department  
Faculty of Sciences and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

***ABSTRACT***

*There was no rainfall prediction on BMKG (meteorological climatology and geophysical) in Padang will be negative effect to farmer harvesting. It caused BMKG could not give recommendation to agriculture service directly related with farmers in this area. For this reason, they need a system of BMKG to predict the rainfall. The report uses Automatic Clustering method to get its interval, and using one of the models of the FTS method is High Order Fuzzy Time Series for forecasting results. The results of this study is the prediction of the rainfall for the months later. MAPE and MPE calculation used to get the error rate forecasting, and the graphic as comparison of the actual data and forecasting results. Based on research, the results got by 4.317% MAPE and MPE at -2.849%. it can be concluded that the method Automatic Clustering and High Order Fuzzy Time Series can be used for forecasting because it produces a small error rate.*

***Key Words :*** *Automatic Clustering, Forecasting, Fuzzy Time Series, High Order Fuzzy Time Series,*

**PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *AUTOMATIC CLUSTERING* DAN *HIGH ORDER  
FUZZY TIME SERIES***

**FADLI L. HAKIM**

**10851002873**

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

**ABSTRAK**

Tidak adanya suatu system yang dapat memprediksi curah hujan pada BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) kota Padang, akan berdampak negatif terhadap hasil pangan pada daerah tersebut. Hal ini disebabkan karena BMKG tidak dapat memberikan rekomendasi kepada Dinas Pertanian yang berhubungan langsung dengan petani di daerah tersebut khususnya kota Padang. Dari permasalahan itu maka diperlukan sebuah system pada BMKG yang dapat memprediksi curah hujan untuk setiap bulannya. System yang di bangun pada penelitian ini menggunakan metode *Automatic Clustering* untuk mendapatkan interval nya, dan menggunakan salah satu model dari metode FTS yaitu *High Order Fuzzy Time Series* untuk mendapatkan hasil peramalannya. Hasil dari penelitian ini adalah ramalan terhadap curah hujan untuk satu bulan kedepan. Perhitungan MAPE dan MPE digunakan untuk mendapatkan tingkat kesalahan peramalan, dan grafik sebagai perbandingan data actual dan hasil ramalan. Berdasarkan pengujian, didapatkan hasil MAPE sebesar 4.317% dan MPE sebesar -2.849. Dapat disimpulkan bahwa metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* dapat digunakan untuk peramalan karena menghasilkan tingkat kesalahan yang kecil.

**Kata kunci :** *Automatic Clustering, Fuzzy Time Series, High Order Fuzzy Time Series, Peramalan*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL LAPORAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-2
1.3. Batasan Masalah.....	I-2
1.4. Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5. Sistematika Penulisan .....	I-3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>II-1</b>
2.1. Peramalan ( <i>Forecasting</i> ) .....	II-1
2.2. Himpunan Fuzzy ( <i>Fuzzy Sets</i> ).....	II-1
2.3. Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	II-2
2.4. <i>Automatic Clustering</i> dan <i>High Order Fuzzy Time Series</i> .....	II-3
2.4.1. <i>Algoritma Automatic Clustering</i> .....	II-3
2.4.2. <i>High Order Fuzzy Time Series</i> .....	II-6
2.5. Peramalan Curah Hujan .....	II-9

2.6. Mean Percentage Errors (MPE).....	II-11
2.7. Mean Absolute Percentage Errors (MAPE).....	II-12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>III-1</b>
3.1. Tahapan Penelitian .....	III-1
3.1.1. Pengumpulan Data.....	III-2
3.1.2. Analisa .....	III-2
3.1.3. Perancangan Sistem.....	III-4
3.1.4. Implementasi dan Pengujian.....	III-5
3.1.5. Kesimpulan dan Saran .....	III-6
3.2. Pengumpulan Data .....	III-2
3.3. Analisa Peramalan Data .....	III-2
3.4. Perancangan Sistem.....	III-3
3.5. Implementasi Sistem .....	III-4
3.6. Pengujian Hasil Ramalan .....	III-4
3.5. Kesimpulan dan Saran.....	III-5
<b>BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1. Analisa Sistem.....	IV-1
4.1.1. Analisa Sistem Lama .....	IV-1
4.1.2. Analisa Sistem Baru .....	IV-1
4.1.3. Analisa Metode.....	IV-2
4.1.4. Analisa Data Sistem.....	IV-12
4.1.5. Deskripsi Fungsional .....	IV-13
4.1.5.1. <i>Context Diagram</i> .....	IV-13
4.1.5.2. <i>Data Flow Diagram</i> .....	IV-14
4.1.5.3. ERD.....	IV-16
4.2. Perancangan .....	IV-17
4.2.1. Perancangan Basis Data.....	IV-17
4.2.2. Perancangan Menu .....	IV-18
4.2.3. Perancangan Antar Muka .....	IV-19
<b>BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....</b>	<b>V-1</b>
5.1. Implementasi .....	V-1

5.1.1. Lingkungan Operasional .....	V-1
5.1.2. Alasan Pemilihan Perangkat Lunak .....	V-1
5.1.3. Implementasi Sistem Peramalan .....	V-2
5.2. Pengujian.....	V-6
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>VI-1</b>
6.1. Kesimpulan.....	VI-1
6.2. Saran.....	VI-1
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xvi</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
3.1. Tahapan Penelitian.....	III-1
4.1. <i>Flowchart</i> Sistem Baru .....	IV-1
4.2. <i>Flowchart</i> Metode <i>Automatic Clustering</i> dan <i>High Order Fuzzy Time Series</i> .....	IV-3
4.3. Perbandingan Data Aktual dan Hasil Ramalan.....	IV-11
4.4. <i>Context Diagram</i> .....	IV-13
4.5. Data Flow Diagram Level 1 .....	IV-14
4.6. ERD.....	IV-16
4.7. Menu Utama Sistem.....	IV-19
4.8. Rancangan Utama Sistem .....	IV-20
4.9. Rancangan Menu Daftar .....	IV-20
4.10. Rancangan Form <i>Login</i> .....	IV-20
4.11. Rancangan Pengolahan Data Aktual.....	IV-21
4.12. Rancangan Pengolahan Data Rata Jangka Panjang .....	IV-21
4.13. Rancangan Peramalan Curah Hujan.....	IV-21
4.14. Rancangan Analisis Peramalan.....	IV-22
5.1. Menu Daftar Pengguna .....	V-3
5.2. Form <i>Login</i> .....	V-3
5.3. Menu Utama.....	V-4
5.4. Menu Input Data .....	V-4
5.5. Menu RJP (Rata Jangka Panjang).....	V-5
5.6. Form Langkah Analisis.....	V-5
5.7. Form Peramalan .....	V-6
5.8. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Januari.....	V-14
5.9. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Februari.....	V-15

5.10. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Maret.....	V-16
5.11. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan April.....	V-17
5.12. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Mei.....	V-18
5.13. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Juni.....	V-19
5.14. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Juli .....	V-20
5.15. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Agustus .....	V-21
5.16. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan September .....	V-22
5.17. Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Oktober .....	V-23



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Rata-rata Jangka Panjang .....	II-10
4.1. Data Curah Hujan Kota Padang Bulan Januari .....	IV-4
4.2. Data Curah Hujan Terurut Menaik .....	IV-4
4.3. Nilai Distribusi Statistik Data .....	IV-8
4.4. Hasil Ramalan .....	IV-10
4.5. Perhitungan MPE dan MAPE .....	IV-12
4.6. DFD Level 1 Peramalan Curah Hujan .....	IV-14
4.7. Proses Aliran Data DFD Level 1 .....	IV-15
4.8. Keterangan Entitas Pada ERD .....	IV-16
4.9. <i>Conceptual</i> Data Model Data Pengguna .....	IV-17
4.10. <i>Conceptual</i> Data Model Data actual Curah Hujan.....	IV-18
4.11. <i>Conceptual</i> Data Model Data Rata Jangka Panjang .....	IV-18
4.12. <i>Conceptual</i> Data Model Hasil Peramalan .....	IV-18
5.1. Pengujian <i>Black Box</i> .....	V-7
5.2. Peramalan Curah Hujan Bulan Januari .....	V-13
5.3. Peramalan Curah Hujan Bulan Februari .....	V-14
5.4. Peramalan Curah Hujan Bulan Maret .....	V-15
5.5. Peramalan Curah Hujan Bulan April .....	V-16
5.6. Peramalan Curah Hujan Bulan Mei .....	V-17
5.7. Peramalan Curah Hujan Bulan Juni .....	V-18
5.8. Peramalan Curah Hujan Bulan Juli .....	V-19
5.9. Peramalan Curah Hujan Bulan Agustus.....	V-20
5.10. Peramalan Curah Hujan Bulan September.....	V-21
5.11. Peramalan Curah Hujan Bulan Oktober.....	V-22
5.12. Hasil Pengujian Peramalan .....	V-23
5.13. Peramalan Sifat Hujan.....	V-24

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus</b>	<b>Halaman</b>
2.1. <i>Average Diff</i> .....	II-3
2.2. <i>Cluster Diff</i> .....	II-4
2.3. <i>MPE</i> .....	II-11
2.4. <i>MAPE</i> .....	II-12

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) mm adalah air hujan setinggi 1 (satu) mm yang jatuh (tertampung) pada tempat yang datar seluas 1 m<sup>2</sup> dengan asumsi tidak ada yang menguap, mengalir dan meresap. (Achmadi, 2009)

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) kota Padang merupakan suatu instansi pemerintahan yang bertugas untuk mengelola data curah hujan. Untuk saat ini, BMKG tersebut hanya bisa menginputkan data curah hujan setiap bulannya dan tidak mempunyai sebuah aplikasi untuk memprediksi berapa curah hujan untuk satu bulan kedepan. Curah hujan sangat perlu untuk diketahui karena sangat berpengaruh terhadap aktivitas masyarakat setiap harinya khususnya untuk kota Padang, padahal kota Padang sendiri merupakan salah satu kota di Indonesia yang menjadi sentra produksi pangan.

Jika BMKG tidak mempunyai aplikasi untuk meramalkan curah hujan, maka BMKG tidak dapat memberikan rekomendasi bagaimana prakiraan curah hujan untuk bulan kedepan kepada Dinas Pertanian, dimana Dinas Pertanian yang berhubungan langsung dengan petani tentunya tidak dapat memberikan informasi bagaimana curah hujan untuk satu bulan kedepannya. Dapat kita bayangkan jika seorang petani melakukan cocok tanam disaat curah hujan pada bulan kedepan tergolong tinggi ataupun rendah, tentunya petani-petani tersebut mengalami kegagalan terhadap tanaman mereka.

Dari permasalahan diatas maka BMKG harus mempunyai sebuah aplikasi untuk meramalkan curah hujan agar permasalahan tersebut dapat segera diatasi.

Telah banyak peneliti yang ahli dibidang meteorologi dan matematika melakukan peramalan yang berhubungan dengan iklim. Metode ANFIS (*Adaptive*

*Nero Fuzzy Inference System*) merupakan salah satu metode yang pernah dilakukan penelitian peramalan curah hujan dengan judul “Aplikasi Metode ANFIS Untuk Prediksi Curah Hujan di Pulau Jawa Bagian Barat” pada tahun 2010 oleh Rusmawan Suwarman dan Yan F Permadhi. Tingkat akurasi hasil peramalan pada penelitian ini masuk dalam kategori sangat bagus, yaitu dengan MAPE (*Mean Absolute Percentage Errors*) sebesar 2,4%.

Selain dengan menggunakan metode ANFIS, pada tahun 2011 juga pernah dilakukan penelitian tentang peramalan curah hujan dengan menggunakan metode ARIMA dengan judul “Prediksi Curah Hujan di Samarinda dengan Metode Runtun Waktu” oleh Garini Widosari. Pada penelitian ini, tingkat akurasi hasil peramalannya masuk dalam kategori bagus, yaitu dengan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 19%

Pada penelitian sebelumnya, metode *Automatic Clustering* telah pernah dipakai untuk peramalan, yaitu “Peramalan Jumlah Mahasiswa Pendaftaran PMDK Jurusan Matematika Menggunakan Metode *Automatic Clustering* dan Relasi Logika *Fuzzy*” pada tahun 2010 oleh Rahanimi.

Sedangkan *High Order Fuzzy Time Series* merupakan salah satu dari banyaknya macam metode peramalan. Metode *High Order Fuzzy Time Series* pernah dipakai juga untuk peramalan pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama oleh Shyi ming chen dan Chia-ching hsu pada tahun 2004 dengan judul “*A New Method to Forecast Enrollments Using Fuzzy Time Series*”.

Dari penjelasan tersebut, maka peneliti ingin membuat sebuah aplikasi peramalan Curah Hujan dengan menggabungkan kedua metode diatas dengan judul Peramalan Curah Hujan dengan menggunakan Metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari permasalahan diatas, maka dapat ditarik sebuah rumusan masalah yaitu bagaimana untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi untuk mengetahui curah hujan setiap bulannya dengan membuat sebuah Peramalan

Curah Hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar tugas akhir ini lebih terarah, maka penulis membuat batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Peramalan curah hujan ini merupakan peramalan jangka pendek, yaitu peramalan yang hanya bisa meramalkan untuk satu bulan kedepan.
2. Faktor yang mempengaruhi hasil peramalan hanya berdasarkan data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (yaitu dari tahun 2002 hingga 2011) dari BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Kota Padang
3. Curah hujan setiap bulannya dihitung dalam satuan mm.
4. Untuk menghitung akurasi data, penulis menggunakan perhitungan *Mean Absolute Percentage Errors (MAPE)* dan *Mean Percentage Error (MPE)*.
5. Peramalan curah hujan ini hanya untuk kota Padang.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mempelajari dan mengimplementasikan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* untuk meramalkan curah hujan satu bulan kedepan.
2. Dari penelitian ini peneliti dapat mengetahui metode mana yang lebih baik digunakan untuk meramalkan curah hujan.
3. Dengan penelitian ini maka permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang diatas dapat diatasi dengan menggunakan aplikasi ini.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Berikut merupakan rencana susunan sistematika penulisan laporan tugas akhir yang akan dibuat. Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini meliputi:

## **Bab I Pendahuluan**

Bab ini akan menjelaskan apa latar belakang dari penulis dalam mengangkat judul tersebut, serta bagaimana rumusan masalah dan batasan masalah dalam penelitian tersebut agar penelitian tersebut tidak melenceng dari yang telah direncanakan, serta tujuan akhir dari penulis dalam mengangkat judul tersebut.

## **Bab II Landasan Teori**

Bab ini membahas tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan diangkat. Yaitu terdiri dari pembahasan mengenai peramalan dan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* serta metode untuk perhitungan tingkat keakurasian data yaitu MAPE dan MPE.

## **Bab III Metodologi Penelitian**

Bab ini membahas langkah-langkah yang dilaksanakan dalam proses penelitian, yaitu tahapan penelitian, persiapan penelitian, pengumpulan data, analisis data, perancangan dan implementasi.

## **Bab IV Analisa dan Perancangan**

Bab ini berisi tentang analisa dari penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini sekaligus menerangkan perancangan rancang bangun aplikasi komputer dengan menggunakan Visual Basic sebagai implementasi cara kerja dari metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* untuk peramalan curah hujan yang akan dibangun.

## **Bab V Implementasi dan Pengujian**

Bab ini membahas tentang bagaimana pengimplementasian dan pengujian dari aplikasi yang telah dibangun.

## **Bab VI Penutup**

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, dan juga memberikan beberapa saran untuk penelitian berikutnya.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Peramalan**

Peramalan sangat penting dalam berbagai jenis bidang, yaitu bidang ekonomi sampai bidang teknik karena ramalan suatu peristiwa untuk masa yang akan datang harus digabungkan dalam proses membuat suatu keputusan (Ari, 2011).

Peramalan merupakan suatu proses untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Proses peramalan dilakukan dengan metode ilmiah dan secara sistematis. Sifat kualitatif seperti perasaan, pengalaman dan lain-lain merupakan hal penting dalam proses peramalan selain menggunakan prosedur ilmiah atau terorganisir. Jika ingin memprediksikan suatu variabel harus diperhatikan dan dipelajari di waktu sebelumnya. Untuk mempelajari bagaimana sejarah perkembangan dari suatu *variable*, akan diamati deretan nilai-nilai *variable* itu menurut waktu (Ari, 2011)

Metode peramalan merupakan suatu cara melakukan peramalan secara kuantitatif apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan data yang relevan pada masa lalu. Metode peramalan sangat besar manfaatnya karena akan membantu dalam mengadakan pendekatan analisis terhadap tingkah laku atau pola yang lalu, sehingga dapat memberikan cara pemikiran, pengerjaan atau pemecahan masalah yang sistematis dan pragmatis, dan memberikan tingkat keyakinan yang lebih besar atau ketepatan hasil dari peramalan yang dibuat. Berikut merupakan beberapa contoh metode dalam peramalan :

#### **2.2 Data Berkala atau Runut Waktu**

Data berkala (*Time Series*) adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu. Waktu yang digunakan dapat berupa hari, minggu, bulan, tahun, dan sebagainya. Dengan demikian, data berkala berhubungan dengan data statistik yang dicatat dan diselidiki dalam batas-

batas (*interval*) waktu tertentu, seperti, penjualan, harga, persediaan, produksi tenaga kerja, nilai tukar (kurs), dan harga saham (Ahmad, 2011).

Suatu deret berkala merupakan suatu himpunan observasi dimana variabel yang digunakan diukur dalam urutan periode waktu, misalnya tahunan, bulanan, triwulanan, dan sebagainya.

Dengan adanya data *time series*, maka pola gerakan data atau nilai-nilai variabel dapat diikuti atau diketahui. Dengan demikian, data *time series* dapat dijadikan sebagai dasar untuk:

- a. Pembuatan keputusan pada saat ini
- b. Peramalan keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang
- c. Perencanaan kegiatan untuk masa depan.

Beberapa metode-metode peramalan dengan menggunakan *Time Series* adalah sebagai berikut :

1. Metode *Smoothing*, diantaranya :
  - a. Metode Data Lewat
  - b. Metode Rata-rata Kumulatif
  - c. Metode rata-rata bergerak (*Moving Average*)
  - d. Metode *Eksponensial Smoothing*
2. Metode *Box-Jenkins*
3. Metode Perkiraan *Trend* dengan Regresi

### **2.3 Metode *Fuzzy Time Series***

Konsep dasar *fuzzy time series* yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom ( 1993a, 1993b, 1994 ) dimana nilai *fuzzy time series* direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* (Rahanimi, 2010).

*Fuzzy time series* merupakan salah satu metode dalam melakukan peramalan. Banyak model peramalan yang dilakukan peneliti dengan menggunakan metode ini, salah satu diantaranya yaitu peramalan untuk memprediksi jumlah mahasiswa PMDK yang masuk pada jurusan Matematika di Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.



## 2.4 *Automatic Clustering dan High order Fuzzy Time Series*

### 2.4.1 *Algoritma Automatic Clustering*

Algoritma *automatic clustering* dapat disajikan sebagai berikut (Rahanimi, 2011) :

**Langkah 1:** Menyortir data numerik dalam urutan menaik memiliki  $n$  data numerik yang berbeda. Diasumsikan bahwa data ascending urutan tanpa data ganda akan ditampilkan sebagai berikut :  $d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_n$ .

Berdasarkan barisan diatas, selanjutnya hitung nilai dari “*Average diff*” dengan rumus sebgai berikut :

$$= \frac{\Sigma}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Ket :

$d_{i+1}$  = data berikutnya

$d_i$  = Data saat ini

$n$  = jumlah data

### **Langkah 2:** Mengubah data kedalam bentuk *cluster*

Mengambil data angka pertama (data terkecil dalam barisan data terurut naik) ke dalam pengelompokan sekarang. Berdasarkan nilai dari “*average\_diff*”, ditentukan apakah data angka mengikuti data pada pengelompokan sekarang pada barisan data terurut naik dapat diletakkan pada pengelompokan sekarang atau diletakkan pada pengelompokan baru berdasarkan prinsip berikut :

**Prinsip 1:** Diasumsikan bahwa saat ini *cluster* adalah *cluster* pertama dan hanya ada satu data  $d_1$  di dalamnya dan menganggap bahwa  $d_2$  adalah data yang berdekatan dengan  $d_1$  , ditampilkan sebagai berikut:

Jika  $d_2 - d_1 \leq average\ diff$ , maka  $d_1$  diletakkan kedalam pengelompokan sekarang yang mana  $d_1$  termasuk. Sebaliknya dibentuk kelompok baru untuk  $d_2$  dan biarkan *cluster* yang bar dibangun yang mana  $d_2$  termasuk kedalam *cluster* sekarang.

**Prinsip 2** :diasumsikan bahwa *cluster* yang sekarang bukan *cluster* yang pertama *cluster* dan hanya ada satu data  $d_j$  di *cluster* saat ini. Diasumsikan bahwa  $d_k$  adalah data yang berdekatan disebelah  $d_j$  dan menganggap bahwa  $d_i$  adalah data terbesar di *cluster*, akan ditampilkan sebagai berikut :

$$\{d_1, \dots\}, \dots \dots \dots \{\dots, d_1\}, \{d_j\}, d_k, \dots \dots d_n.$$

Jika  $d_k - d_j \leq average\_dif$  dan  $d_k - d_j < d_j - d_1$ , maka taruh  $d_k$  ke *cluster* yang saat ini milik  $d_j$ . Jika tidak, hasilkan suatu *cluster* baru untuk  $d_k$  da biarkan *cluster* yang baru dihasilkan dengan  $d_k$  termak menjadi *cluster* saat ini.

**Prinsip 3** : Diasumsikan bahwa *cluster* yang sekarang bukan *cluster* yang pertama dan ada lebih dari satu data di *cluster* saat ini. Diasumsikan bahwa  $d_i$  adalah data terbesar di *cluster* saat ini dan diasumsikan bahwa  $d_j$  adalah data yang berdekatan di sebelah  $d_i$  ,yang ditampilkan sebagai berikut:

$$\{d_1, \dots\}, \dots \dots \dots \{\dots, d_i\}, d_j, \dots \dots d_n.$$

Jika  $d_j - d_i \leq average\_diff$ , dan  $d_j - d_i < cluster\_diff$ , maka  $d_j$  diletakkan dalam *cluster* saat ini terdapat  $d_i$ . Jika tidak hasilkan *cluster* baru untuk  $d_j$  dan biarkan *cluster* baru yang dihasilkan sehingga  $d_j$  termasuk dalam *cluster* saat ini, di mana “*cluster\_diff*” menunjukkan perbedaan rata-rata jarak antara setiap pasangan data yang berdekatan dalam *cluster* dan nilai dari *cluster\_diff* dihitung sebagai berikut :

$$= \frac{\sum}{\dots \dots \dots} \dots \dots \dots (2.2)$$

Ket :

= berikutnya

= saat ini

n = jumlah data pada *cluster* sebelumnya

Dengan  $C_1, 0, C_2, 0, \dots$  dan  $C_n, 0$  menggambarkan data dalam *cluster* saat ini.

**Langkah 3:** Menyempurnakan isi *cluster*

Berdasarkan hasil pengelompokan yang diperoleh pada Langkah 2, sesuaikan isi dari kelompok ini menurut prinsip berikut:

**Prinsip 1:** Jika sebuah kelompok memiliki lebih dari dua data, maka kita menjaga data terkecil, menjaga data terbesar dan menghapus yang lain.

**Prinsip 2:** Jika sebuah *cluster* memiliki tepat dua data, maka kita tinggalkan (tidak merubah).

**Prinsip 3:** Jika sebuah *cluster* hanya memiliki satu data  $d_q$ , maka kita meletakkan nilai-nilai dari " $d_q - average\_diff$ " dan " $d_q + average\_diff$ " ke dalam *cluster* dan menghapus  $d_q$  dari *cluster* ini. Terlebih lagi, jika situasi berikut terjadi, *cluster* perlu disesuaikan lagi:

**Situasi 1:** Jika situasi terjadi di *cluster* pertama, maka kita menghapus nilai dari " $d_q - average\_diff$ " sebagai ganti  $d_q$  dari *cluster* ini.

**Situasi 2:** Jika situasi terjadi di *cluster* terakhir, maka kita menghapus nilai dari " $d_q + average\_diff$ " sebagai ganti dari  $d_q$  dari *cluster* ini.

**Situasi 3:** Jika nilai dari " $d_q - average\_diff$ " lebih kecil dari pada nilai terkecil dalam *cluster* yg terdahulu, maka semua tindakan dalam Prinsip 3 dibatalkan.

**Langkah 4:** Mengubah *Cluster* menjadi *interval*

Asumsikan bahwa hasil *cluster* yang diperoleh pada Langkah 3 adalah ditampilkan sebagai berikut:

$$\{d_1, d_2\}, \{d_3, d_4\}, \{d_5, d_6\}, \dots, \{d_r\}, \{d_s, d_t\}, \dots, \{d_{n-1}, d_n\}.$$

Mengubah kelompok ini ke dalam *interval* yang bersebelahan dengan sub-langkah berikut:

**Langkah 4.1:** Merubah *cluster* pertama  $\{d_1, d_2\}$  ke dalam *interval*  $[d_1, d_2]$ .

**Langkah 4.2 :** jika *interval* saat ini adalah  $[d_i, d_{jaaa}]$  dan *cluster* saat ini adalah  $\{d_k, d_l\}$ , maka :

1. Jika  $d_j \geq d_k$ , maka  $\{d_k, d_l\}$  dalam *cluster* saat ini diubah ke dalam *interval*  $[d_j, d_{iaaa}]$ . Biarkan  $[d_j, d_{iaaa}]$  menjadi *interval* saat ini dan biarkan *cluster* selanjutnya  $\{d_m, d_n\}$  menjadi *cluster* saat ini.
2. Jika  $d_j < d_k$ , maka ubahlah  $\{d_k, d_l\}$  ke dalam *interval*  $[d_k, d_{iaaa}]$  dan bentuk sebuah *interval* baru  $[d_j, d_{kaaa}]$  diantara  $[d_i, d_{jaaa}]$  dan  $[d_k, d_{iaaa}]$ . Biarkan  $[d_k, d_{iaaa}]$  menjadi *interval* saat ini dan biarkan *cluster* selanjutnya  $\{d_m, d_n\}$  menjadi *cluster* saat ini  $[d_i, d_{jaaa}]$  ke dalam  $[d_i, d_{kaaa}]$ . Biarkan  $[d_i, d_{kaaa}]$  menjadi *interval* saat ini dan biarkan *cluster* selanjutnya menjadi *cluster* saat ini.

**Langkah 4.3:** memeriksa dengan berulang-ulang *interval* saat ini dan *cluster* saat ini sampai semua kelompok telah berubah menjadi *interval*.

#### 2.4.2 High Order Fuzzy Time Series

Metode *High Order Fuzzy Time Series* telah dipresentasikan oleh Chen untuk memprediksi jumlah pendaftar mahasiswa di Universitas Alabama. Metode *high order fuzzy time series* dapat memberikan tingkat keakuratan prediksi dengan lebih baik dibandingkan metode *fuzzy time series* lainnya.

Berikut langkah-langkah dari metode *High order Fuzzy time series* (Chen, 2004) :

**Langkah pertama :** didefinisikan *universe of discourse* dan bagi ke dalam *interval* yang sama dengan jarak antar *interval* sama  $\Delta$ ,  $\Delta$ , .... Dan  $\Delta$ .

**Langkah kedua :** ambill nilai distribusi statistik data dalam setiap *interval* yang ada, dibagi berdasarkan jumlah distribusi tersebut menjadi beberapa sub *interval*. Untuk *interval* yang memiliki nilai distribusi terbesar dibagi menjadi 4 sub *interval*, *interval* dengan nilai distribusi nomor dua terbesar dibagi menjadi 3 sub *interval*, untuk *interval* yang mempunyai nilai distribusi nomor tiga tertinggi dibagi menjadi dua sub *interval*, dan *interval* dengan nilai distribusi terendah dibagi menjadi 1 sub *interval*, sedangkan hapus *interval* yang tidak mempunyai nilai distribusi.

**Langkah ketiga :** bagi setiap *interval* yang diambil dari langkah kedua menjadi 4 sub *interval* dengan jarak yang sama, dimana 0.25 poin dan 0.75 poin dalam setiap *interval* digunakan sebagai kenaikan atau penurunan poin prediksi dalam proses prediksi. Gunakan aturan-aturan yang ada untuk menentukan apakah kecenderungan dari prediksi menaik atau menurun. Asumsikan bahwa *fuzzy logical relationship* adalah  $\rightarrow$  , dimana menunjukkan fuzzifikasi dari periode n-1 dan menunjukkan fuzzifikasi dari data pada periode n.

1. jika  $j > I$  dan selisih dari selisih data antara periode n-1 dan n-2 antara n-2 dan n-3 bernilai positif, kemudian kecenderungan prediksi akan naik, dan gunakan aturan kedua untuk prediksi data.
2. jika  $j > I$  dan selisih dari selisih data antara periode n-1 dan n-2 antara n-2 dan n-3 bernilai negatif, kemudian kecenderungan prediksi akan turun, dan gunakan aturan ketiga untuk prediksi data.
3. jika  $j < I$  dan selisih dari selisih data antara periode n-1 dan n-2 antara n-2 dan n-3 bernilai positif, kemudian kecenderungan prediksi akan naik, dan gunakan aturan kedua untuk prediksi data.
4. jika  $j < I$  dan selisih dari selisih data antara periode n-1 dan n-2 antara n-2 dan n-3 bernilai negatif, kemudian kecenderungan prediksi akan turun, dan gunakan aturan ketiga untuk prediksi data.
5. jika  $j = I$  dan selisih dari selisih data antara periode n-1 dan n-2 antara n-2 dan n-3 bernilai positif, kemudian kecenderungan prediksi akan naik, dan gunakan aturan kedua untuk prediksi data.
6. jika  $j = I$  dan selisih dari selisih data antara periode n-1 dan n-2 antara n-2 dan n-3 bernilai negatif, kemudian kecenderungan prediksi akan turun, dan gunakan aturan ketiga untuk prediksi data.

Berikut aturan-aturan yang digunakan dalam *High Order Fuzzy Time Series* :

1. Aturan pertama

Untuk memprediksi data pada data yang ketiga, maka kita menggunakan prinsip-prinsip sebagai berikut :

- a. (jika selisih dari data antara tahun 1972 dan 1971)/2 > setengah dari jarak *interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi Aj dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, kemudian kecenderungan dari prediksi akan naik, dan prediksi data akan jauh pada 0.75 poin dari *interval*.
  - b. (jika selisih dari data antara tahun 1972 dan 1971)/2 = setengah dari jarak *interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi Aj dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, kemudian kecenderungan dari prediksi akan naik, dan prediksi data akan jauh pada nilai tengah dari *interval*.
  - c. (jika selisih dari data antara tahun 1972 dan 1971)/2 < setengah dari jarak *interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi Aj dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, kemudian kecenderungan dari prediksi akan turun, dan prediksi data akan jauh pada 0.25 poin dari *interval*.
2. Aturan kedua
- a. jika (selisih dari selisih diantara periode n-1 dan n-2 dan diantara tahun n-2 dan n-3) x 2 + data n-1 jatuh pada *interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data Aj dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, kemudian kecenderungan dari prediksi *interval* ini akan naik, dan data jatuh pada 0.75 poin dari *interval interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data Aj dengan nilai keanggotaan sama dengan 1.
  - b. jika (selisih dari selisih diantara periode n-1 dan n-2 dan diantara tahun n-2 dan n-3) / 2 + data n-1 jatuh pada *interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data Aj dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, kemudian kecenderungan dari prediksi *interval* ini akan turun, dan data jatuh pada 0.25 poin dari *interval interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data Aj dengan nilai keanggotaan sama dengan 1.

- c. Jika tidak ada aturan yang sesuai, kemudian prediksi data menjadi nilai tengah dengan fuzzifikasi data  $A_j$  dengan nilai keanggotaan sama dengan 1.
3. Aturan Ketiga
- a. jika (selisih dari selisih diantara periode  $n-1$  dan  $n-2$  dan diantara tahun  $n-2$  dan  $n-3$ ) / 2 + data  $n-1$  jatuh pada *interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data  $A_j$  dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, kemudian kecenderungan dari prediksi *interval* ini akan turun, dan data jatuh pada 0.25 poin dari *interval interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data  $A_j$  dengan nilai keanggotaan sama dengan 1.
  - b. jika (selisih dari selisih diantara periode  $n-1$  dan  $n-2$  dan diantara tahun  $n-2$  dan  $n-3$ ) x 2 + data  $n-1$  jatuh pada *interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data  $A_j$  dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, kemudian kecenderungan dari prediksi *interval* ini akan naik, dan data jatuh pada 0.75 poin dari *interval interval* yang sesuai dengan fuzzifikasi data  $A_j$  dengan nilai keanggotaan sama dengan 1.
  - c. Jika tidak ada aturan yang sesuai, kemudian prediksi data menjadi nilai tengah dengan fuzzifikasi data  $A_j$  dengan nilai keanggotaan sama dengan 1.

**Langkah Keempat** : untuk peramalan  $n+1$ , maka menggunakan nilai tengah dari *interval*  $n$  sebagai hasil ramalan untuk  $n+1$ .

## 2.5 Peramalan Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter.

Peramalan curah hujan merupakan salah satu factor yang harus kita ketahui dalam kehidupan ini. Dengan mengetahui curah hujan, kita dapat menentukan apa yang akan kita lakukan untuk kedepannya, karena factor cuaca yang tidak baik tentunya akan menghambat apa yang ingin kita lakukan.

Untuk dapat mengetahui curah hujan tersebut bisa dikatakan normal, dibawah normal ataupun diatas normal, maka diperlukan suatu perbandingan antara hasil peramalan dengan rata-rata jangka panjang curah hujan selama 30 tahun terakhir. Berdasarkan sebuah *website* resmi dari BMKG, curah hujan masuk dalam kategori normal, dibawah normal ataupun diatas normal apabila :

1. Di atas Normal (AN) : Jika nilai perbandingan  $> 115\%$
2. Normal (N) : Jika nilai perbandingan  $85 - 115\%$
3. Di bawah Normal (BN) : Jika nilai perbandingan  $< 85\%$

Nilai dari rata-rata jangka pajang curah hujan untuk kota Padang dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Rata-rata jangka panjang

No	Bulan	Curah
1	Januari	300
2	Februari	230
3	Maret	325
4	April	380
5	Mei	290
6	Juni	240
7	Juli	305
8	Agustus	245
9	September	380
10	Oktober	495
11	November	505
12	Desember	380

Tabel 2.2 berikut merupakan data curah hujan untuk kota Padang dari tahun 2002 hingga 2011 :



Tabel 2.2 Data Curah Hujan Kota Padang

No	Tahun	Bulan											
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	2002	512.1	357.1	311.7	309.2	290.1	412	319.1	120.2	109.3	301.1	409.1	412.1
2	2003	323	498	590.4	431.6	287.6	346.1	212.2	321.1	355.1	431.8	550.7	400.7
3	2004	405.3	356.7	390	387.2	301.3	298.1	250.9	431.1	391.1	271.5	609.2	397.2
4	2005	269.6	512.3	400.9	500.4	140.2	300.5	198	180.6	453.6	367.9	445.1	391.1
5	2006	347.1	276.3	478.2	423	329	170.9	391.9	412.7	412.5	410.2	512.1	378.9
6	2007	446.2	214.6	614.7	519	431.1	222.2	255.7	143.5	307.6	647.3	575	385.1
7	2008	205.7	255.8	307	335.5	200.7	409.7	137.2	239.2	432.6	256.7	329.4	597.5
8	2009	360.7	248.7	817.4	382.7	184.2	246.6	157.1	157.1	337.9	322.5	285.7	309
9	2010	537.3	303.8	421.7	786.7	161.6	634.1	196.4	457.2	337.9	362.3	302.8	327.8
10	2011	188.9	330.8	819	819	184.2	222.3	117.8	121.7	329.1	354.3	838.7	476.5

## 2.6 Sistem Peramalan

Dalam membangun suatu sistem, terdapat banyak model pengembangan perangkat lunak yang bisa digunakan untuk menghasilkan suatu sistem yang ideal. Model – model tersebut antara lain adalah *waterfall*, *spiral model*, *prototyping* dan lainnya. Dalam kasus sistem peramalan ini akan menerapkan model *prototyping*, model *prototyping* adalah suatu model dimana pengembang perangkat lunak akan membuat suatu *prototype* terlebih dahulu sebelum membangun sistem yang sebenarnya, *prototyping* sendiri dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu:

### 1. Pengumpulan Kebutuhan

Tahap pertama yang dilakukan adalah perumusan masalah serta penentuan tujuan. Langkah ini merupakan langkah awal yang sangat penting, karena akan menentukan pemilihan metode pendekatan yang akan dipergunakan.

### 2. Membangun *Prototyping*

membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian kepada pengguna.

3. Evaluasi *Prototyping*

Evaluasi ini dilakukan agar nantinya *prototyping* yang sudah dibangun sudah sesuai dengan kebutuhan. Jika nantinya *prototyping* yang dibangun telah sesuai maka akan dilanjutkan ketahapan selanjutnya tetapi apabila masih terdapat perbedaan atau kesalahan maka akan direvisi dengan mengulangi langkah 1, 2, dan 3.

4. Mengkodekan Sistem

Dalam tahap ini *prototyping* yang sudah di sepakati diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang sesuai.

5. Menguji Sistem

Tahapan ini adalah tahap pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan *Black Box*.

6. Evaluasi Sistem

Melakukan evaluasi terhadap sistem yang sudah dibuat apakah sistem telah sesuai dengan yang diharapkan.

7. Menggunakan Sistem

Perangkat lunak yang telah diuji telah siap untuk digunakan.

## **2.7 Mean Percentage Errors (MPE)**

Beberapa metode lebih ditentukan untuk meringkas kesalahan (*error*) yang dihasilkan oleh fakta (keterangan) pada teknik peramalan. Sebagian besar dari pengukuran ini melibatkan rata-rata beberapa fungsi dari perbedaan antara nilai aktual dan nilai peramalannya. Perbedaan antara nilai observasi dan nilai ramalan ini sering dimaksud sebagai residual.

Ada kalanya perlu untuk menentukan metode peramalan mana yang bias (peramalan tinggi atau rendah). *The Mean Percentage Error* (MPE) dihitung dengan mencari kesalahan pada tiap periode dibagi dengan nilai nyata untuk periode itu. Jika peramalan mendekati tak bias, MPE akan menghasilkan angka yang mendekati nol, Jika hasilnya mempunyai persentase negatif yang besar,

metode peramalannya dapat dihitung. Jika hasilnya mempunyai persentase positif yang besar, metode peramalannya tidak dapat dihitung.

MPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (2.3)$$

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (2.4)$$

$e_t$  = error ramalan pada periode waktu  $t$ .

$Y_t$  = nilai aktual pada periode waktu  $t$ .

$\hat{Y}_t$  = nilai ramalan untuk periode waktu  $t$ .

Metode khusus yang digunakan dalam peramalan meliputi perbandingan metode mana yang akan menghasilkan kesalahan-kesalahan ramalan yang cukup kecil. Metode ini baik untuk memprediksi metode peramalan sehingga menghasilkan kesalahan ramalan yang relatif kecil dalam dasar konsisten.

Fungsi ukuran ketepatan metode MPE peramalan adalah sebagai berikut:

- a) Membandingkan ketepatan dari dua arah atau lebih metode yang berbeda.
- b) Sebagai alat ukur apakah teknik yang diambil dapat dipercaya atau tidak.
- c) Membantu mencari sebuah metode yang optimal

## 2.8 Mean Absolute Percentage Errors (MAPE)

Metode ini melakukan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Perbedaan tersebut diabsolutkan, kemudian dihitung ke dalam bentuk persentase terhadap data asli. Hasil persentase tersebut kemudian didapatkan nilai *mean*-nya. Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada di antara 10% dan 20%. (Alda, 2009)

*Mean absolute percentage error* (MAPE) adalah cara yang paling akurat untuk menghitung *error*, karena menyatakan persentase kesalahan hasil ramalan terhadap keadaan aktual selama periode tertentu yang memberikan informasi persentase terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Rumus *Mean absolute percentage error* (MAPE) (Sumayang, 2003).

$$= - \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\% = - \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{X_t} \right|}{n} 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan rumus:

- $e_t$  = *Error* untuk periode waktu t
- n = banyak data
- $X_t$  -  $WMA_t$  = *Error* adalah perbedaan hasil ramalan nilai dengan nilai yang sesungguhnya.
- %E = Persen *error*
- MAPE = Rata-rata persen *error*

## 2.9 Pengujian

### 2.9.1 Pengujian *Blackbox*

Metode ujicoba *blackbox* memfokuskan pada keperluan fungsional dari *software*. Karna itu ujicoba *blackbox* memungkinkan pengembang *software* untuk membuat himpunan kondisi input yang akan melatih seluruh syarat-syarat fungsional suatu program. Ujicoba *blackbox* bukan merupakan alternatif dari ujicoba *whitebox*, tetapi merupakan pendekatan yang melengkapi untuk menemukan kesalahan lainnya, selain menggunakan metode *whitebox*, (Ayuliana, 2009).

Ujicoba *blackbox* berusaha untuk menemukan kesalahan dalam beberapa kategori, diantaranya :

1. Fungsi-fungsi yang salah atau hilang
2. Kesalahan *interface*
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses *database* eksternal
4. Kesalahan performa
5. kesalahan inisialisasi dan terminasi

### **2.9.2 *User Acceptance Test***

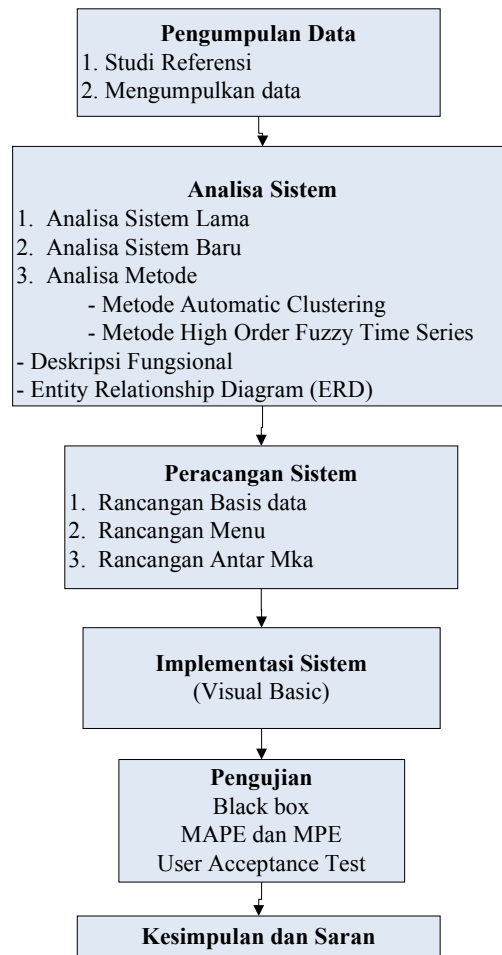
Pengujian *User Acceptance Test* merupakan langkah terakhir yang dilakukan dalam pengujian sebelum aplikasi tersebut diluncurkan. Biasanya *user* akan menggunakan aplikasi ini sebelumnya untuk menguji apakah aplikasi tersebut layak digunakan atau tidak.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Metodologi penelitian digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar hasil yang dicapai tidak menyimpang dari tujuan. Tahapan penelitian dibawah ini akan menggambarkan prosedur dari tahapan penelitian.



**Gambar 3.1 Tahapan Penelitian**

Beberapa metodologi yang digunakan untuk melakukan penulisan dan pembangunan sistem Peramalan Curah Hujan ini adalah :

### **3.1.1 Pengumpulan Data**

Tahapan pengumpulan data merupakan tahapan yang paling penting dalam penelitian ini, data-data yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari :

#### 1). Studi Referensi

Studi referensi bermanfaat untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan. Studi referensi dilakukan dengan tujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti serta mendapatkan dasar-dasar yang kuat dalam menerapkan suatu metode yang nantinya dapat digunakan dalam tugas akhir ini.

Pengumpulan teori-teori yang mendukung dalam penelitian ini merupakan kegiatan dalam studi pustaka. Teori-teori bersumber dari buku, jurnal dan penelitian yang terkait dengan peramalan, metode peramalan, metode peramalan runtut waktu (*time series*), *Mean Absolute Percentage Errors (MAPE)*, *Mean Percentage Error (MPE)*, Peramalan Curah Hujan, dan metode *automatic clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*

#### 2). Mengumpulkan data penelitian

Pada tahap ini peneliti dalam penelitiannya melakukan pengumpulan data curah hujan beberapa tahun yang lalu di BMKG kota Padang, guna untuk mengetahui hasil ramalan bulan kedepannya berdasarkan data curah hujan tersebut dengan menggunakan metode *automatic clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

### **3.1.2 Analisa**

Setelah menentukan bidang penelitian yang dikaji dan melakukan pengumpulan data terkait dengan Peramalan Curah Hujan, maka tahapan selanjutnya yaitu melakukan analisa terhadap sistem yang lama dan sistem yang akan dibuat.

#### **3.1.2.1 Analisa Sistem Lama**

Pada tahapan ini merupakan tahapan analisa terhadap sistem yang sedang berlangsung di BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) kota Padang saat ini, termasuk untuk mengetahui kelemahan sistem tersebut.

Pada saat ini, untuk kantor (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) kota Padang itu sendiri belum mempunyai sebuah sistem untuk

meramalkan curah hujan untuk bulan kedepannya. Sehingga dengan belum adanya sistem peramalan curah hujan tersebut, pihak BMKG tidak dapat untuk mengetahui bagaimana curah hujan untuk kota Padang pada bulan berikutnya. Agar permasalahan tersebut dapat diatasi, maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat meramalkan curah hujan untuk kota Padang dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

### 3.1.2.2 Analisa Sistem Baru

Analisa sistem dilakukan untuk menyusun langkah demi langkah penguraian dari sebuah sistem informasi yang nantinya akan dirancang/dikembangkan dengan maksud mencari atau mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan yang akan terjadi pada sistem yang akan dirancang, seperti tidak berjalannya sistem sesuai dengan yang dibutuhkan oleh pengguna. Jika terdapat satu proses saja terjadi penyimpangan atau kesalahan maka untuk proses berikutnya juga akan terjadi kesalahan karena proses-proses tersebut selalu berhubungan. Selain itu, juga diperlukan analisa terhadap metode yang akan digunakan yaitu metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

Pada analisa sistem yang baru diperlukan analisa terhadap *database* yang digambarkan dalam bentuk *Entity Relational Diagram* (ERD), dan juga diperlukan analisa dalam bentuk DFD guna untuk menggambarkan komponen-komponen sebuah sistem dan aliran-aliran data dari komponen tersebut. Selain itu, juga diperlukan sebuah analisa terhadap metode yang digunakan, berikut merupakan langkah-langkah dalam analisa model :

1. Menentukan *Interval* dengan menggunakan *Automatic Clustering*

Dari data-data yang telah didapat, maka data tersebut akan diolah dengan menggunakan *Algoritma Automatic Clustering*. Berikut merupakan langkah-langkah dari metode *Automatic Clustering* :

- a. Menyortir data numerik tersusun menaik dan menentukan nilai dari *Average diff*
- b. Mengubah data kedalam bentuk *cluster* sesuai dengan prinsip-prinsip yang ada pada langkah tersebut
- c. Menyempurnakan isi *cluster* berdasarkan prinsip dan situasi yang ada



d. Mengubah bentuk *cluster* menjadi *interval*

2. Membuat *High Order Fuzzy Time Series*

Hasil dari Algoritma *Automatic Clustering* tadi, selanjutnya akan digunakan untuk metode *High Order Fuzzy Time Series* yang nantinya akan menghasilkan sebuah peramalan dari curah hujan. Berikut merupakan langkah-langkah dari metode *High Order Fuzzy Time Series* :

a. Menentukan nilai distribusi data dari setiap interval.

b. Menentukan hasil peramalan berdasarkan aturan-aturan yang ada

3. Menghitung tingkat kesalahan data dengan perhitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Errors*) dan MPE (*Mean Percentage Errors*)

Tahap perancangan metode *Automatic Clustering dan High Order Fuzzy Time Series* sebagai prediktor curah hujan ini merupakan tahapan dalam membuat aplikasi komputer dengan menggunakan Visual Basic sebagai implementasi cara kerja dari metode *Automatic clustering dan High Order Fuzzy Time Series* untuk peramalan curah hujan.

### 3.1.2.3 Analisis Data Sistem

Ada tiga tahapan dalam analisis data sistem ini, diantaranya analisis masukan, analisis proses, dan analisis *output*.

1. Analisis Masukan

Yang menjadi data masukan (*input*) dalam sistem ini yaitu data aktual curah hujan bulanan kota Padang untuk 10 tahun terakhir, yaitu data curah hujan dari tahun 2002 sampai tahun 2011.

2. Analisis Proses

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses ini adalah :

1. *Input* data aktual curah hujan selama sepuluh tahun terakhir yaitu dari tahun 2002 hingga tahun 2011

2. Memilih bulan yang akan diramalkan

3. Sistem mulai melakukan peramalan dengan menggunakan metode *Automatic Clusterikng dan High Order Fuzzy Time Series*.

4. Sistem menghitung tingkat kesalahan dari hasil peramalan

5. Sistem menampilkan grafik sebagai perbandingan data aktual dan hasil peramalan

3. Analisis *Output*

Hasil *output* dari sistem ini yaitu berupa hasil ramalan jangka pendek (satu bulan kedepan) dan tingkat kesalahan ramalan serta grafik sebagai perbandingan data aktual dan hasil ramalan.

**3.1.3 Perancangan Sistem**

Tahap perancangan untuk peramalan curah hujan merupakan tahapan dalam membuat aplikasi dengan menggunakan Visual Basic 6.0 sebagai implementasi cara kerja dari metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

Berikut merupakan tahapan perancangan pada aplikasi ini :

1. Membuat perancangan *database*, dimana perancangan database merupakan hasil dari ERD.
2. Membuat perancangan antar muka atau *user interface* dan struktur menu utama aplikasi.
3. Membuat desain berupa *flowchart* dari proses *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

**3.1.4 Implementasi dan Pengujian**

Implementasi merupakan tahap pembuatan program, maka akan diketahui apakah peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Automatic clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* yang dibuat benar-benar dapat menghasilkan tujuan yang diharapkan. Batasan implementasi Peramalan Curah Hujan dengan menggunakan metode *Automatic clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* ini antara lain :

1. Dikembangkan dengan Visual Basic 6.0
2. *Processor* : Intel Core i3
3. *Sistem type* : 32 bit *operating* sistem
4. *Memory* : 1 GB

Pengujian sistem dilakukan menggunakan *black box* dan *user acceptance test*. Pada *black box*, pengujian sistem peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* ini berfokus pada serangkaian kondisi *input* yang seluruhnya menggunakan persyaratan fungsional dalam suatu program yang didapatkan melalui perangkat lunak.

Sedangkan pada pengujian *user acceptance test* dilakukan dengan memberikan kuisisioner yang berisi pernyataan seputar tugas akhir ini. Kuisisioner tersebut diberikan kepada salah satu pegawai dari BMGK yang akan menggunakan aplikasi peramalan curah hujan ini.

### **3.1.5 Kesimpulan dan Saran**

Setelah penelitian selesai, maka peneliti dapat menarik beberapa kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Selain itu peneliti juga akan memberikan saran untuk pengembangan sistem kedepannya.

## BAB IV

### ANALISA DAN PERANCANGAN

#### 4.1 Analisa Sistem

Pada bagian ini berisi analisa terhadap peramalan curah hujan Kota Padang untuk satu bulan kedepannya, yang mana data curah hujan beberapa bulan dalam 10 tahun terakhir merupakan factor yang mempengaruhi hasil peramalan. *Automatic clustering* dan *high order fuzzy time series* merupakan metode yang akan digunakan untuk melakukan proses peramalan. Hasil analisis tersebut kemudian akan digunakan untuk merancang perangkat lunak. Setelah tahap analisa selesai, tahap selanjutnya yaitu membuat perancangan dari sistem yang akan dibuat.

##### 4.1.1 Analisa Sistem Lama

Analisa terhadap *system* yang lama dilakukan agar dapat menjadi acuan untuk membuat aplikasi yang akan dibuat. Pada saat ini, BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) belum mempunyai sebuah *system* yang digunakan untuk peramalan. Karena belum mempunyai sebuah *system* untuk peramalan, maka banyak permasalahan yang terjadi hanya karena pihak BMKG tidak mempunyai sebuah *system* peramalan seperti yang telah dijelaskan pada latar belakang sebelumnya. Oleh sebab itu maka diperlukan sebuah *system* yang dapat meramalkan curah hujan untuk satu bulan kedepannya agar permasalahan dapat segera diatasi.

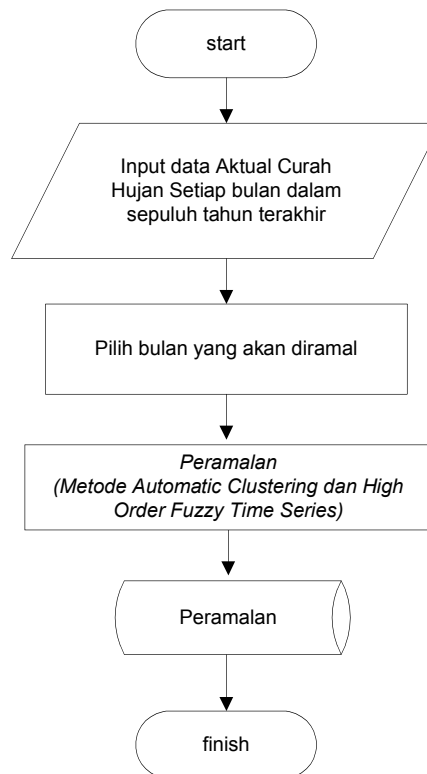
##### 4.1.2 Analisa Sistem Baru

Pada penelitian ini akan dikembangkan suatu *system* peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*. Sedangkan proses pengembangan perangkat lunak pada *system* ini akan menggunakan model *prototyping*. Model *prototyping* digunakan karena pada model ini nantinya akan terjadi komunikasi yang baik dengan pengguna, dan pengguna dapat memberikan masukan-masukan kepada pengembang tentang

sistem yang akan dibangun sesuai dengan kebutuhan dari pengguna, selain itu pada model *prototyping* ini lebih menghemat waktu dalam pengembangan *system*.

*System* peramalan ini akan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0*, database dengan menggunakan *Microsoft Access 2007*, dan untuk mencetak laporan menggunakan *Crystal Reports 10*. Pada *system* ini terdapat beberapa fitur untuk pengguna, seperti menginputkan data actual curah hujan setiap bulannya, melakukan peramalan untuk curah hujan satu bulan kedepan dan pengguna juga dapat mencetak laporan curah hujan hasil peramalan tersebut.

Berikut merupakan *Flowchart* dari *system* yang akan dibuat :



**Gambar 4.1 Flowchart Sistem Baru**

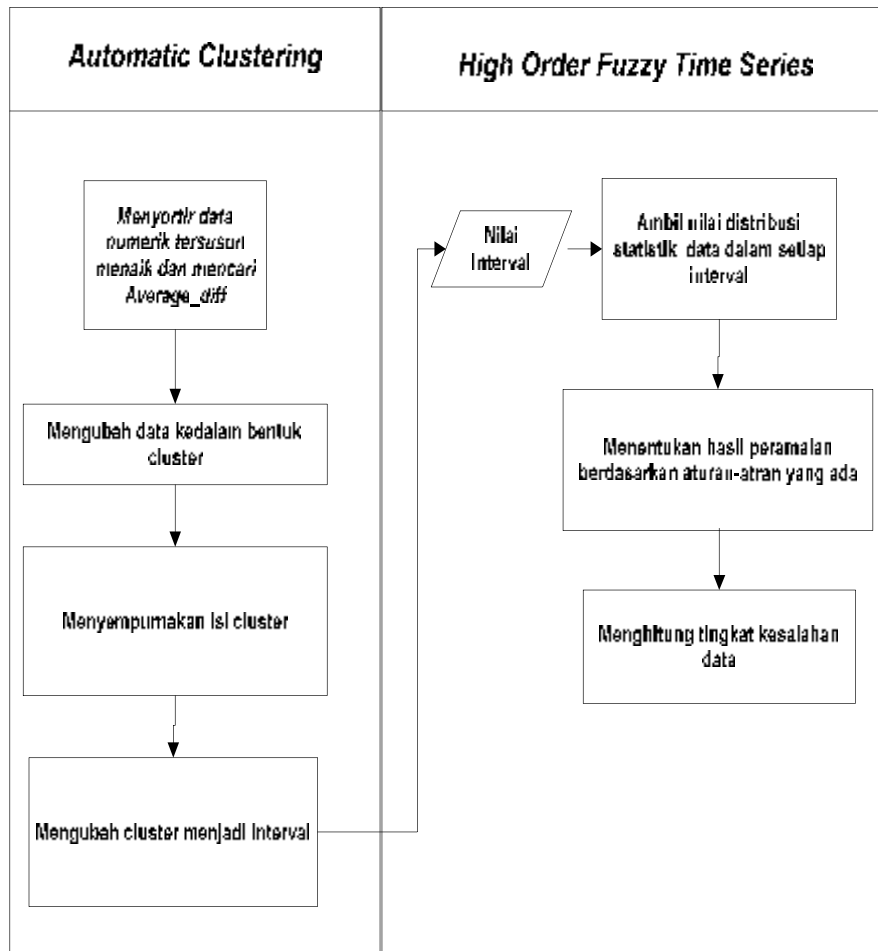
#### 4.1.3 Analisa Metode

Metode peramalan yang digunakan yaitu metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* dengan menggunakan data berkala (*time Series*) sebagai faktor yang mempengaruhi hasil peramalan. Dengan metode ini nantinya akan diperoleh sebuah hasil peramalan untuk satu bulan kedepannya dan tingkat

keakurasian data dari peramalan tersebut, setelah itu akan membentuk sebuah grafik sebagai perbandingan hasil ramalan dengan data actual curah hujan tersebut.

#### 4.1.3.1 Metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*

Berikut merupakan *Flowchart* dari metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* :



**Gambar 4.2** *Flowchart* Metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*

Berikut adalah contoh perhitungan peramalan curah hujan Kota Padang untuk bulan Januari tahun 2012, data curah hujan yang digunakan terlihat dalam tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Data curah hujan Kota Padang pada bulan Januari

No	Tahun	Curah Hujan
1	2002	512.1
2	2003	323.0
3	2004	405.3
4	2005	269.6
5	2006	347.1
6	2007	446.2
7	2008	205.7
8	2009	360.7
9	2010	537.3
10	2011	188.9

Berikut merupakan langkah-langkah dari peramalan curah hujan dengan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* :

**1. Metode *Automatic Clustering***

- a. Menyortir data numeric terurut menaik dan Mencari nilai *Average\_diff*

Untuk mendapatkan nilai *Average\_diff* , data yang telah ada disusun terlebih dahulu dengan aturan susunan menaik, seperti yang terlihat pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 data curah hujan terurut menaik

Curah Hujan	Keterangan
188.9	d1
205.7	d2
269.6	d3
323	d4
347.1	d5
360.7	d6
405.3	d7
446.2	d8
512.1	d9
537.3	d10

$$Average\_diff = ((205.7-188.9)+(269.6-205.7)+(323-269.6)+(347.1-323)+(360.7-347.1)+(405.3-360.7)+(446.2-405.3)+(512.1-446.2)+(537.3-512.1))/9$$

$$=38.71111$$

b. Mengubah data kedalam bentuk *cluster*

Data yang telah tersusun terurut menaik akan dibagi menjadi beberapa *cluster* sesuai dengan prinsip-prinsip yang ada, berikut merupakan langkah-langkah dalam membentuk sebuah *cluster* :

1. *Cluster* saat ini (188.9) 205.7

Karena hanya mempunyai satu data dalam *cluster* dan merupakan *cluster* yang pertama, maka digunakan Prinsip 1.

$$\text{Prinsip 1} = 205.7 - 188.9 \leq average\_diff$$

$$= 16.8 \leq 38.7111$$

Karena pernyataan tersebut benar, maka 205.7 masuk ke dalam *cluster* saat ini yaitu (188.9 ; 205.7)

2. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) 269.6

Karena mempunyai lebih dari satu data dalam *cluster*, maka digunakan prinsip 3.

$$\text{Prinsip 3} = 269.6 - 205.7 \leq average\_diff \text{ dan } 269.6 - 205.7 < 205.7 - 188.9$$

$$= 63.9 \leq 38.7111 \text{ dan } 63.9 < 16.8$$

Karena pernyataan tersebut salah dan salah, maka 269.6 membentuk *cluster* sendiri, yaitu (188.9 ; 205.7) (269.6)

3. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) (269.6) 323

Karena hanya memiliki satu data dalam *cluster* dan bukan merupakan *cluster* yang pertama, maka digunakan prinsip 2.

$$\text{Prinsip 2} = 323 - 269.6 \leq average\_diff \text{ dan } 323 - 269.6 < 269.6 - 205.7$$

$$= 53.4 \leq 38.7111 \text{ dan } 53.4 < 63.9$$

Karena pernyataan tersebut salah dan benar, maka 323 membentuk *cluster* sendiri yaitu (188.9 ; 205.7) (269.6) (323)

4. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) (269.6) (323) 347.1



Karena hanya memiliki satu data dalam *cluster* dan bukan merupakan *cluster* yang pertama, maka digunakan prinsip 2.

$$\begin{aligned}\text{Prinsip 2} &= 347.1 - 323 \leq \textit{average\_diff} \text{ dan } 347.1 - 323 < 323 - 269.6 \\ &= 24.1 \leq 38.7111 \text{ dan } 24.1 < 53.4\end{aligned}$$

Karena pernyataan tersebut benar dan benar, maka 347.1 masuk kedalam *cluster* saat ini yaitu (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1)

5. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1) 360.7

Karena mempunyai lebih dari satu data dalam *cluster*, maka digunakan prinsip 3.

$$\begin{aligned}\text{Prinsip 3} &= 360.7 - 347.1 \leq \textit{average\_diff} \text{ dan } 360.7 - 347.1 < 347.1 - 323 \\ &= 13.6 \leq 38.7111 \text{ dan } 13.6 < 24.1\end{aligned}$$

Karena pernyataan tersebut benar dan benar, maka 360.7 masuk ke dalam *cluster* saat ini yaitu (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360.7)

6. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360.7) 405.3

Karena mempunyai data lebih dari satu dalam *cluster*, maka digunakan prinsip 3.

$$\begin{aligned}\text{Prinsip 3} &= 405.3 - 360 \leq \textit{Average\_diff} \text{ dan } 405.3 - 360 < 18.85 \\ &= 45.3 \leq 38.7111 \text{ dan } 45.3 < 18.85\end{aligned}$$

Karena pernyataan tersebut salah dan salah, maka 405.3 membentuk *cluster* sendiri yaitu 188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360.7) (405.3)

7. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360) (405.3) 446.2

Karena hanya memiliki satu data dalam *cluster*, maka digunakan prinsip 2.

$$\begin{aligned}\text{Prinsip 2} &= 446.2 - 405.3 \leq \textit{Average\_diff} \text{ dan } 446.2 - 405.3 < 405.3 - 360 \\ &= 40.9 \leq 38.7111 \text{ dan } 40.9 < 45.3\end{aligned}$$

Karena pernyataan tersebut salah dan benar, maka 446.2 membentuk *cluster* sendiri yaitu (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360) (405.3) (446.2)

8. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360) (405.3) (446.2) 512.1

Karena hanya memiliki satu data dalam *cluster*, maka digunakan prinsip 2.

Prinsip 2 =  $512.1 - 446.2 \leq average\_diff$  dan  $512.1 - 446.2 < 446.2 - 405.3$

$$= 65.9 \leq 38.7111 \text{ dan } 65.9 < 40.9$$

Karena pernyataan tersebut salah dan salah, maka 512.1 membentuk *cluster* sendiri yaitu (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360) (405.3) (446.2) (512.1)

9. *Cluster* saat ini (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360) (405.3) (446.2) (512.1) 537.3

Karena hanya memiliki satu data dalam *cluster*, maka digunakan prinsip 2.

Prinsip 2 =  $537.3 - 512.1 \leq average\_diff$  dan  $537.3 - 512.1 < 512.1 - 446.2$

$$= 25.2 \leq 38.7111 \text{ dan } 25.2 < 65.9$$

Karena pernyataan tersebut benar dan benar, maka 537.3 masuk kedalam *cluster* saat ini yaitu (188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360) (405.3) (446.2) (512.1 ; 537.3)

Berdasarkan langkah-langkah pengelompokan diatas, maka hasil dari *cluster* pada langkah kedua yaitu :

**(188.9 ; 205.7) (269.6) (323 ; 347.1 ; 360) (405.3) (446.2) (512.1 ; 537.3)**

c. Menyempurnakan isi *Cluster*

Setelah mendapatkan hasil pengelompokan dari langkah 2, maka untuk tahap selanjutnya yaitu menyesuaikan isi *cluster* berdasarkan prinsip pada langkah 3, seperti contoh berikut :

1. (188.9 ; 205.7), karena hanya mempunyai 2 data dalam satu *cluster*, maka pengelompokannya tetap menjadi (188.9 ; 205.7) (Prinsip 2)
2. (269.6), karena hanya memiliki 1 data dalam *cluster*, maka pengelompokannya menjadi (230.89 ; 308.31) (Prinsip 3)
3. (323 ; 347.1 ; 360), karena mempunyai 3 data dalam satu *cluster*, maka pengelompokannya menjadi (323 ; 360) (Prinsip 1)
4. (405.3), karena mempunyai 1 data dalam *cluster*, maka pengelompokannya menjadi (366.59 ; 440.01) (Prinsip 3)
5. (446.2), karena mempunyai 1 data dalam *cluster*, maka pengelompokannya menjadi (407.49 ; 484.91) (prinsip 3)

6. (512.1 ; 537.3), karena mempunyai 2 data dalam satu *cluster*, maka pengelompokannya tetap menjadi (512.1 ; 537.3) (Prinsip 2)

Setelah melakukan langkah yang ketiga, maka didapatkan *cluster* saat ini yaitu : **(188.9 ; 205.7) (230.89 ; 308.31) (323 ; 360) (366.59 ; 444.01) (407.49 ; 484.91) (512.1 ; 537.3)**

d. Mengubah *cluster* menjadi *interval*

Pada langkah keempat ini, *cluster* yang telah kita bentuk pada langkah sebelumnya akan kita ubah kedalam bentuk *interval*. Berikut merupakan langkah untuk merubah *cluster* ke dalam bentuk *interval* :

1. Merubah *cluster* pertama (188.9 ; 205.7) kedalam bentuk *interval* [188.9 ; 205.7] (Tahap 4.1)

2. *Interval* saat ini adalah [188.9 ; 205.7] dan *cluster* saat ini (230.89 ; 308.31). karena  $205.7 < 230.8$ , maka di bentuk sebuah *interval* baru yaitu [230.89 – 308.31], dan bentuk sebuah *interval* [205.7 ; 230.89] diantara *interval* tersebut. Sehingga didapat *interval* saat ini yaitu : [188.9 ; 205.7] [205.7 ; 230.89] [230.89 ; 308.31] (Prinsip 2)

3. *Interval* saat ini [188.9 ; 205.7] [205.7 ; 230.89] **[230.89 ; 308.31]** dan *cluster* saat ini (323 ; 360.7). Karena  $308.31 < 323$ , maka bentuk sebuah *interval* [205.7 ; 230.89] dan bentuk *interval* [308.31 ; 323] letakkan diantara *interval* tersebut. Sehingga di peroleh [230.89 ; 308.31] [308.31 ; 323] [323 ; 360.7] (Prinsip 2)

4. *Interval* saat ini [188.9 ; 205.7] [205.7 ; 230.89] [230.89 ; 308.31] [308.31 ; 323] **[323 ; 360.7]** dan *cluster* saat ini adalah (366.59 ; 440.01).karena  $360.7 < 366.59$ , maka dibentuk sebuah *interval* baru yaitu [366.59 ; 444.01], dan bentuk juga sebuah *interval* [360.7 ; 366.59] dan letakkan diantara *interval* tersebut. Sehingga diperoleh *interval* [323 ; 360.7] [360.7 ; 366.59] [366.59 ; 444.01] (Prinsip 2)

5. *Interval* saat ini [188.9 ; 205.7] [205.7 ; 230.89] [230.89 ; 308.31] [308.31 ; 323] [323 ; 360.7] [360.7 ; 366.59] [366.59 ; 444.01] dan *cluster* saat ini (407.49 ; 484.91). Karena  $444.01 \geq 407.49$ , maka dibentuk sebuah *cluster* [444.01 ; 484.91] (Prinsip 1)

6. *Interval* saat ini [188.9 ; 205.7] [205.7 ; 230.89] [230.89 ; 308.31] [308.31 ; 323] [323 ; 360.7] [360.7 ; 366.59] [366.59 ; 444.01] [444.01 ; 484.91] dan *cluster* saat ini (512.1 ; 537.3). karena  $484.91 < 512.1$ , maka dibentuk sebuah *interval* [512.1 ; 537.3] dan bentuk juga sebuah *interval* [484.91 ; 512.1] dan letakkan diantara *interval* tersebut.

Dari langkah 4 tersebut, maka diperoleh beberapa *interval* yaitu : [188.9 ; 205.7] [205.7 ; 230.89] [230.89 ; 308.31] [308.31 ; 323] [323 ; 360.7] [360.7 ; 366.59] [366.59 ; 444.01] [444.01 ; 484.91] [484.91 ; 512.1] [512.1 ; 537.3]

## 2. Metode *High Order Fuzzy Time Series*

Setelah mendapatkan *interval* dari metode *Automatic Clustering*, langkah selanjutnya adalah melakukan proses peramalan sesuai dengan langkah-langkah pada metode *High Order Fuzzy Time Series*, seperti :

- a. Menentukan nilai distribusi data

Tabel 4.3 Nilai distribusi statistik data

[188.9 ; 205.7]	[205.7 ; 230.89]	[230.89 ; 308.31]	[308.31 ; 323]	[323 ; 360.7]	[360.7 ; 366.59]	[366.59 ; 444.01]	[444.01 ; 484.91]	[484.91 ; 512.1]	[512.1 ; 537.3]
1	1	1		2	1	1	1		2

Dari nilai distribusi statistik data terhadap *interval* diatas, maka akan diperoleh beberapa nilai *interval* yang baru, yang mana *interval* tersebut akan menjadi patokan nantinya untuk mendapatkan hasil peramalan. Berikut *interval* yang terbentuk dalam proses diatas :

1. [188.9 ; 194.5]
2. [194.5 ; 200.1]
3. [200.1 ; 205.7]
4. [205.7 ; 214.09]
5. [214.09 ; 222.49]
6. [222.49 ; 230.88]
7. [230.88 ; 256.69]
8. [256.69 ; 282.5]
9. [282.5 ; 308.31]
10. [323 ; 332.42]
14. [360.7 ; 362.66]
15. [362.66 ; 364.62]
16. [364.62 ; 366.58]
17. [366.58 ; 392.39]
18. [392.39 ; 418.2]
19. [418.2 ; 444.01]
20. [444.01 ; 457.64]
21. [457.64 ; 471.27]
22. [471.27 ; 484.91]
23. [512.1 ; 518.4]

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 11. [332.42 ; 341.85] | 24. [518.4 ; 524.7]  |
| 12. [341.85 ; 351.27] | 25. [524.7 ; 530.99] |
| 13. [351.27 ; 360.7]  | 26. [530.99 ; 537.3] |

- b. Melakukan perhitungan peramalan berdasarkan aturan yang ada
1. Untuk peramalan tahun 2004 dengan curah hujan 405.3. karena (selisih dari data tahun 2003 dan 2002) / 2 < setengah dari jarak *interval* pada data tahun 2004, maka trend peramalan akan menjadi turun. **(Aturan pertama)**
  2. Untuk peramalan tahun 2005 dengan curah hujan 269,6. Karena curah hujan tahun 2005 < 2004, dan hasil dari (selisih dari selisih dari data tahun 2004 dengan 2003 dan 2003 dengan 2002) bernilai positif maka digunakan aturan kedua untuk peramalan. Karena tidak ada aturan yang sesuai pada aturan dua, maka trend peramalan jatuh pada nilai tengah interfal. **(Aturan Kedua)**
  3. Untuk peramalan tahun 2006 dengan curah hujan 347.1. karena data tahun 2006 > tahun 2005, dan (selisih dari selisih dari data tahun 2005 dengan 2004 dan 2004 dengan 2003) bernilai negatif, maka untuk menentukan hasil peramalan digunakan aturan yang ketiga. Karena tidak ada aturan yang sesuai, maka trend peramalan jatuh pada nilai tengah interfal. **(Aturan Ketiga)**
  4. Untuk peramalan tahun 2007 dengan curah hujan 446.2. Karena data tahun 2007 > tahun 2006 dan (selisih dari selisih dari data tahun 2006 dengan 2005 dan 2005 dengan 2004) bernilai positif, maka untuk peramalan digunakan aturan yang kedua. Karena hasil dari (selisih dari selisih dari data tahun 2006 dengan 2005 dan 2005 dengan 2004)/2 + (data tahun 2006) jatuh pada nilai interfal data tahun 2007, maka trend peramalan menjadi turun. **(Aturan Kedua)**
  5. Untuk peramalan tahun 2008 dengan curah hujan 205.7. karena data tahun 2008 < tahun 2007 dan (selisih dari selisih dari data tahun 2007 dengan 2006 dan 2006 dengan 2005) bernilai positif, maka digunakan aturan kedua untk menentukan peramalan. Karena tidak ada aturan

yang sesuai, maka trend peramalan menjadi nilai tengah dari interfal tahun 2008. **(Aturan Kedua)**

6. Untuk peramalan tahun 2009 dengan curah hujan 360.7. karena data tahun 2009 > tahun 2008 dan (selisih dari selisih dari data tahun 2008 dengan 2007 dan 2007 dan 2006) bernilai negatif, maka digunakan aturan ketiga untuk melakukan peramalan. Karena tidak ada aturan yang sesuai, maka trend peramalan menjadi nilai tengah dari *interval* tahun 2009. **(Aturan Ketiga)**

7. Untuk peramalan tahun 2010 dengan data 537.3. karena data tahun 2010 > tahun 2009 dan (selisih dari selisih dari data tahun 2009 dengan 2008 dan 2008 dan 2007) bernilai positif maka digunakan aturan kedua untuk melakukan peramalan. Karena tidak ada aturan yang sesuai, maka digunakan nilai tengah interfal untuk menentukan hasil peramalan. **(Aturan Kedua)**

8. Untuk peramalan tahun 2011 dengan data 188.9. karena data tahun 2011 < dari tahun 2010 dan (selisih dari selisih dari data tahun 2010 dengan 2009 dan 2009 dan 2008) bernilai positif maka digunakan aturan kedua untuk menentukan hasil peramalan. Karena tidak ada aturan yang sesuai maka untuk hasil peramalan digunakan nilai tengah dari interfal. **(Aturan Kedua)**

c. Untuk peramalan tahun 2012, maka digunakan nilai tengah dari interfal data sebelumnya untuk mendapatkan hasil peramalan.

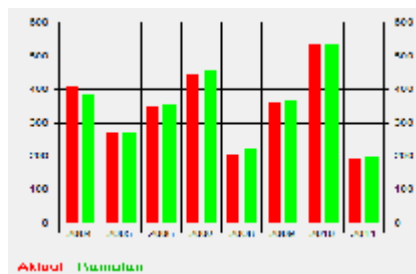
Berdasarkan langkah-langkah diatas, maka didapatlah nilai peramalan. Berikut merupakan hasil peramalan berdasarakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* :

Tabel 4.4 Hasil Ramalan

Tahun	Data aktual	Trend	Hasil Ramalan
2002	512.1		
2003	323		

2004	405.3	Turun	398.8481
2005	269.6	Tengah	269.6
2006	347.1	Tengah	346.5624
2007	446.2	Turun	447.4194
2008	205.7	Tengah	209.8981
2009	360.7	Tengah	363.645
2010	537.3	Tengah	534.1499
2011	188.9	Tengah	191.6999
2012			191.6999

Data tersebut nantinya akan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.3 dibawah ini :



**Gambar 4.3 Perbandingan data actual dan hasil Ramalan**

Berdasarkan hasil tersebut kita dapat melihat bahwa nilai dari MPE peramalan sebesar -0.93%, dan MAPE sebesar 2.25%, dengan perhitungan sesuai dengan rumus 2.3, 2.4, 2.6 dan 2.7 seperti pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Perhitungan MPE dan MAPE

Actual( )	Ramalan ( ^ )	( ) - ^		%E = 100*( / ^)	%E= 100*( / ^)
405.3	398.84	6.463	6.463	1.62	1.62
269.6	269.6	0	0	0	0

347.1	346.562	0.538	0.538	0.155	0.155
446.2	447.4194	-1.2194	1.2194	0.27	-0.27
205.7	209.8981	-4.1981	4.1981	2	-2
360.7	355.9874	-4.7126	4.7126	1.32	-1.32
537.3	530.9999	6.3001	6.3001	1.18	1.18
188.9	191.6999	-2.7999	2.7999	1.4	-1.4
			<b>Total</b>	7.945	-2.035
			<b>MPE</b> ( $\sum -$ ) *100%		-1.744%
			<b>MAPE</b> ( $\sum \frac{ - }{ }$ ) *100%		0.8261%

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan untuk bulan Januari diatas, maka didapatkan sebuah informasi bahwa curah hujan pada bulan tersebut masuk dalam kategori dibawah normal, karena perbandingan dari hasil ramalan dengan data rata-rata jangka panjang curah hujan < 85%

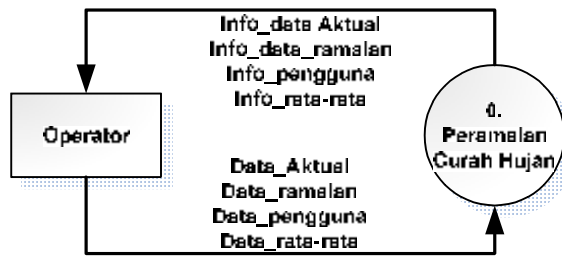
#### 4.1.4 Deskripsi Fungsional

Deskripsi fungsional digunakan untuk menggambarkan secara umum sistem yang akan dirancang. Secara garis besar fungsi utama dari perangkat lunak yang akan dikembangkan dapat dilihat di diagram konteks (*Context Diagram*) dan diagram aliran data (*Data Flow Diagram*) yang akan diberikan. Seperti berikut ini:

##### 4.1.4.1 Context Diagram

*Context Diagram* digunakan untuk menggambarkan proses kerja sistem secara umum. *Context Diagram* merupakan *Data Flow Diagram* yang menggambarkan garis besar operasional sistem. Berikut merupakan bentuk *context diagram* dari sistem yang berguna untuk menggambarkan proses kerja sistem secara umum :



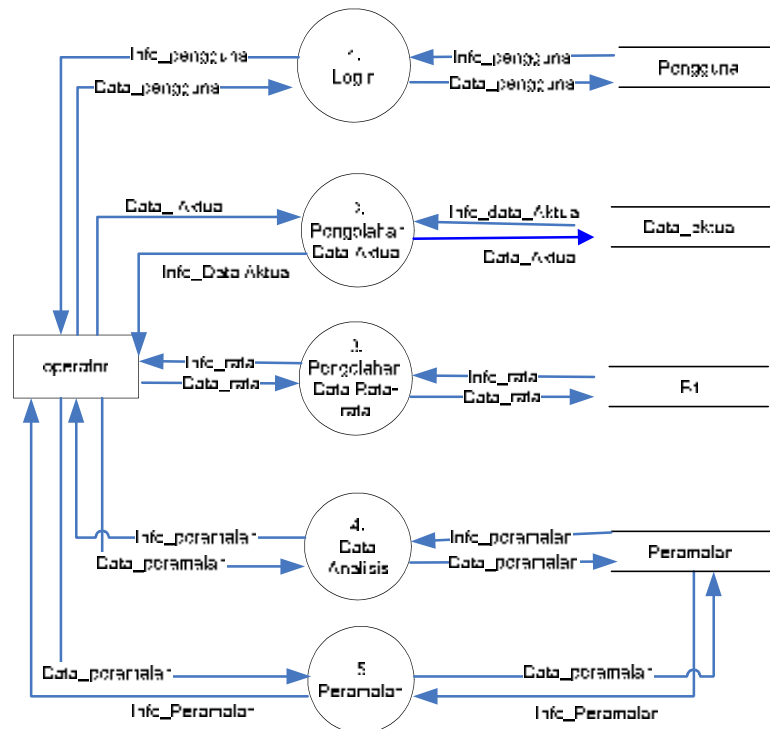


Gambar 4.4 Context Diagram

#### 4.1.4.2 Data Flow Diagram (DFD)

DFD digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir atau lingkungan fisik dimana data tersebut disimpan. Berikut adalah DFD untuk Peramalan curah hujan bulanan :

##### 4.1.4.2.1 Data Flow Diagram Level 1



Gambar 4.5 Data Flow Diagram Level 1

Tabel 4.6 DFD Level 1 Peramalan Curah Hujan

No	Proses	Deskripsi
1	Login	Proses pengolahan terhadap <i>user</i> yang akan menggunakan sistem
2	Pengolahan data aktual	Proses pengelolaan terhadap data aktual curah hujan seperti; simpan, pencarian dan <i>update</i> data aktual.
3	Pengolahan data rata-rata	Proses pengolahan terhadap data rata-rata jangka panjang curah hujan.
4	Pengolahan Langkah Analisis	Proses peramalan curah hujan beserta langkah-langkah analisa ramalannya berdasarkan metode <i>automatic clustering</i> dan <i>high order fuzzy time series</i>
5	Pengolahan peramalan	Proses peramalan curah hujan yang akan menghasilkan peramalan curah hujan satu bulan kedepan.

Tabel 4.7 Proses Aliran data DFD Level 1

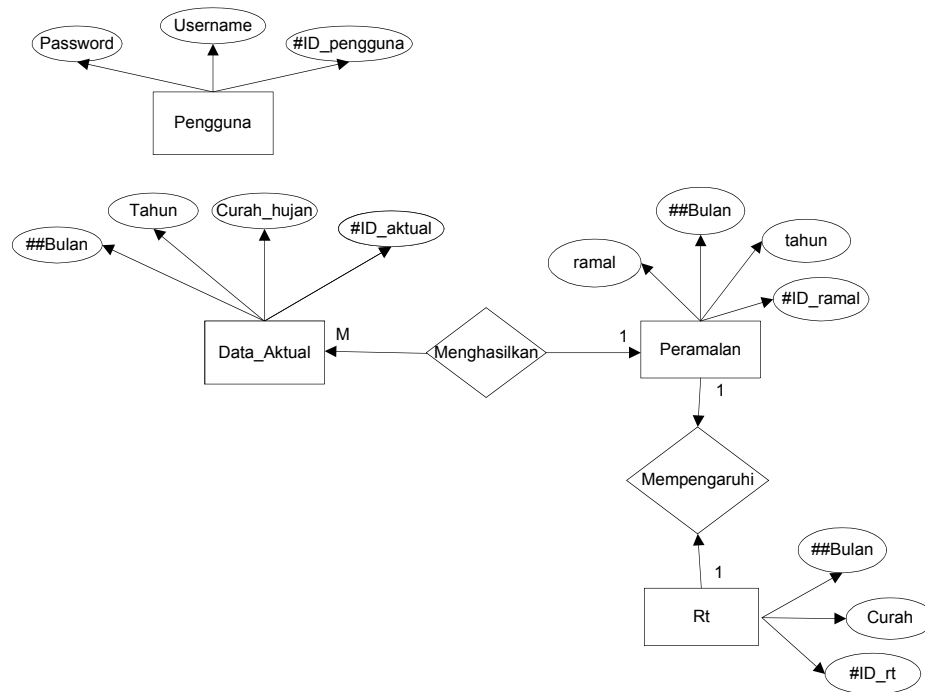
No	Aliran Data	Deskripsi
1	Data_pengguna	Menginputkan data pengguna, dengan atribut : id, <i>username</i> dan <i>password</i>
2	Data_aktual	Menginputkan data aktual curah hujan bulanan 10 tahun terakhir, dengan atribut : id, bulan, tahun dan curah
3	Data_peramalan	Menghasilkan data peramalan satu bulan kedepan, dengan atribut : id, bulan, tahun dan ramal
4	Data_rata	Menginputkan data rata-rata jangka panjang curah hujan, dengan atribut : id, bulan dan curah
5	Info_data_pengguna	Menampilkan informasi pengguna yang akan

		menggunakan sistem
6	Info_data_aktual	Menampilkan informasi data aktual beberapa tahun terakhir
7	Info_rata	Menampilkan informasi data rata-rata jangka panjang curah hujan setiap bulannya.
8	Info_peramalan	Menampilkan informasi berupa data hasil peramalan satu bulan kedepan

#### 4.1.4.2.3 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ER-Diagram) adalah suatu diagram yang dapat menjelaskan hubungan antar data dalam basis data.

Berikut adalah gambar ER-Diagram dari Sistem Peramalan Curah Hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* :



Gambar 4.6 ERD Peramalan Curah Hujan

Tabel 4.8 Keterangan Entitas pada ERD :

Nama	Deskripsi	Atribut
Pegguna	Menyimpan data pengguna dari sistem peramalan curah hujan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ID_pengguna (Pk)</li> <li>- Username</li> <li>- Password</li> </ul>
Data_Aktual	Menyimpan data aktual curah hujan selama sepuluh tahun terakhir	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ID_aktual (Pk)</li> <li>- Tahun</li> <li>- Bulan</li> <li>- Curah Hujan</li> </ul>
Rt	Menyimpan data rata-rata jangka panjang curah hujan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ID_rt (Pk)</li> <li>- Bulan</li> <li>- Curah</li> </ul>
Peramalan	Menyimpan data hasil peramalan curah hujan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ID_ramal (Pk)</li> <li>- Ramal</li> <li>- Bulan</li> <li>- Tahun</li> </ul>

## 4.2 Perancangan

Perancangan adalah gambaran pengembangan sistem yang digunakan untuk membuat komunikasi yang lebih mudah, dan konsisten antara sistem dengan pemakainya. Penekanan *interface* meliputi tampilan yang baik, mudah dipahami dan tombol-tombol yang mudah dimengerti.

### 4.2.1 Perancangan Basis Data

Tahapan perancangan basis data digunakan untuk membuat detail data yang akan dipersiapkan pada tahap implementasi selanjutnya. Dalam tahapan perancangan Basis Data kali ini digunakan *Conceptual Data Model* sebagai berikut:

*Conceptual* data model digunakan untuk mengetahui tipe-tipe data yang digunakan dalam database peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*. Berikut conceptual data model *system* ini :

Tabel 4.9 Conceptual data model data Pengguna

<b>Nama Field</b>	<b>Type</b>	<b>Null/Not Null</b>
ID_pengguna	AutoNumber	Not_null
Username	Text	Not Null
Password	Text	Not_null

Tabel 4.10 Conceptual data model data actual curah hujan

<b>Nama Field</b>	<b>Type</b>	<b>Null/Not Null</b>
ID_aktual	AutoNumber	Not_null
Tahun	Text	Not Null
Bulan	Text	Not_null
Curah	Text	Not_null

Tabel 4.11 Conceptual data model data rata-rata jangka panjang

<b>Nama Field</b>	<b>Type</b>	<b>Null/Not Null</b>
ID_rt	AutoNumber	Not_null
Bulan	Text	Not Null
Curah	Text	Not_null

Tabel 4.12 Conceptual data model hasil peramalan

<b>Nama Field</b>	<b>Type</b>	<b>Null/Not Null</b>
ID_ramal	AutoNumber	Not null
Bulan	Text	Not null
Tahun	Text	Not null
Ramal	Text	Not null

#### 4.2.2 Perancangan Menu

Dalam pemakai sistem Peramalan Curah Hujan ini, diperlukan sebuah tampilan menu untuk pengguna, sehingga pengguna yang tidak terbiasa menggunakan sistem ini dapat dengan mudah untuk menggunakan sistem tersebut. Dalam menentukan pilihannya, pengguna dapat menggunakan tombol tertentu dan setiap pilihan akan menghasilkan respon/jawaban tertentu. Sistem yang akan dibangun memiliki menu dan sub-sub menu yang digambarkan pada bagan Gambar 4.7 ini:



**Gambar 4.7 Menu Utama Sistem**

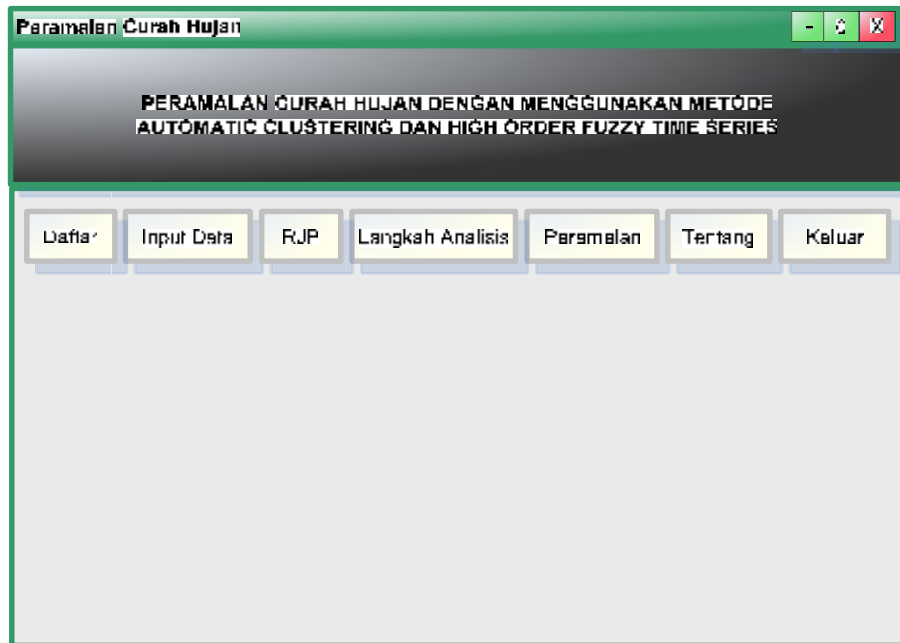
#### 4.2.3 Perancangan Antar Muka

*Interface* sistem merupakan suatu sarana pengembangan sistem yang ditujukan untuk mempermudah pemakai berkomunikasi dengan sistem yang ada dan konsisten data juga ditunjukkan dalam *interface* tersebut. Penekanan *interface*

meliputi tampilan yang baik, mudah dipahami dan tombol-tombol yang dimengerti.

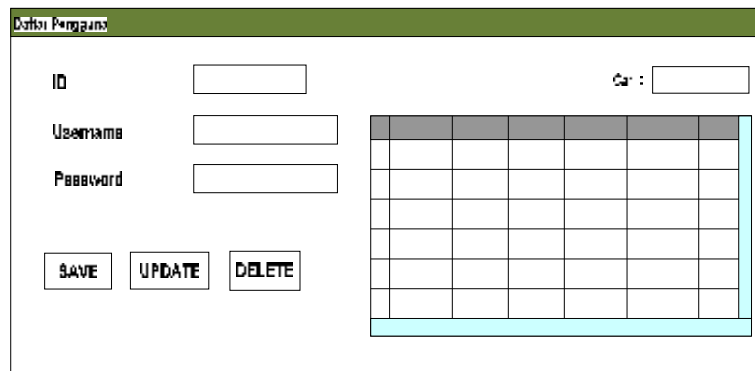
Berikut merupakan beberapa rancangan tampilan dari sistem ini :

1. Rancangan tampilan utama sistem



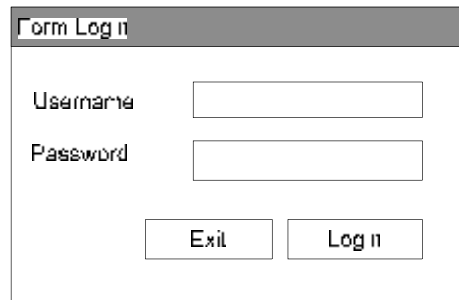
**Gambar 4.8 Rancangan Utama Sistem**

2. Rancangan menu daftar pengguna



**Gambar 4.9 Rancangan Menu Daftar**

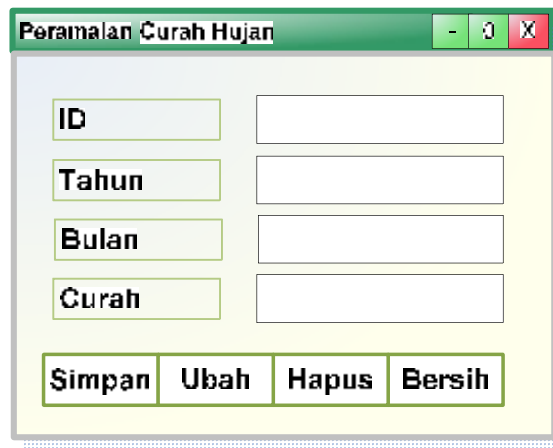
3. Rancangan tampilan *Login*



The screenshot shows a window titled "Form Login". Inside the window, there are two text input fields. The first is labeled "Username" and the second is labeled "Password". Below these fields, there are two buttons: "Exit" on the left and "Login" on the right.

**Gambar 4.10 Rancangan *Form Login***

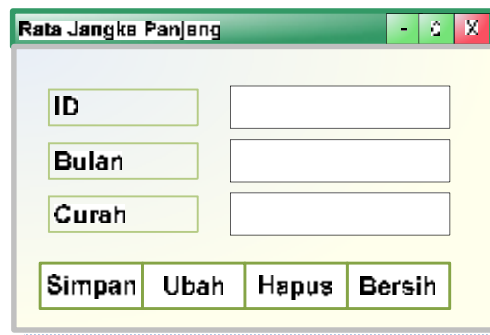
4. Rancangan pengolahan data aktual



The screenshot shows a window titled "Peramalan Curah Hujan". It contains four input fields arranged vertically, labeled "ID", "Tahun", "Bulan", and "Curah". At the bottom of the window, there are four buttons: "Simpan", "Ubah", "Hapus", and "Bersih".

**Gambar 4.11 Rancangan Pengolahan Data Aktual**

5. Rancangan pengolahan data rata-rata jangka panjang

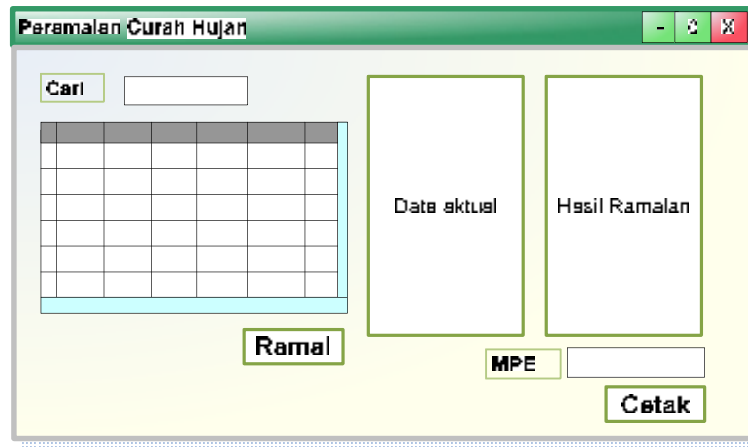


The screenshot shows a window titled "Rata Jangka Panjang". It contains three input fields arranged vertically, labeled "ID", "Bulan", and "Curah". At the bottom of the window, there are four buttons: "Simpan", "Ubah", "Hapus", and "Bersih".

**Gambar 4.12 Rancangan Pengolahan Data Rata Jangka Panjang**

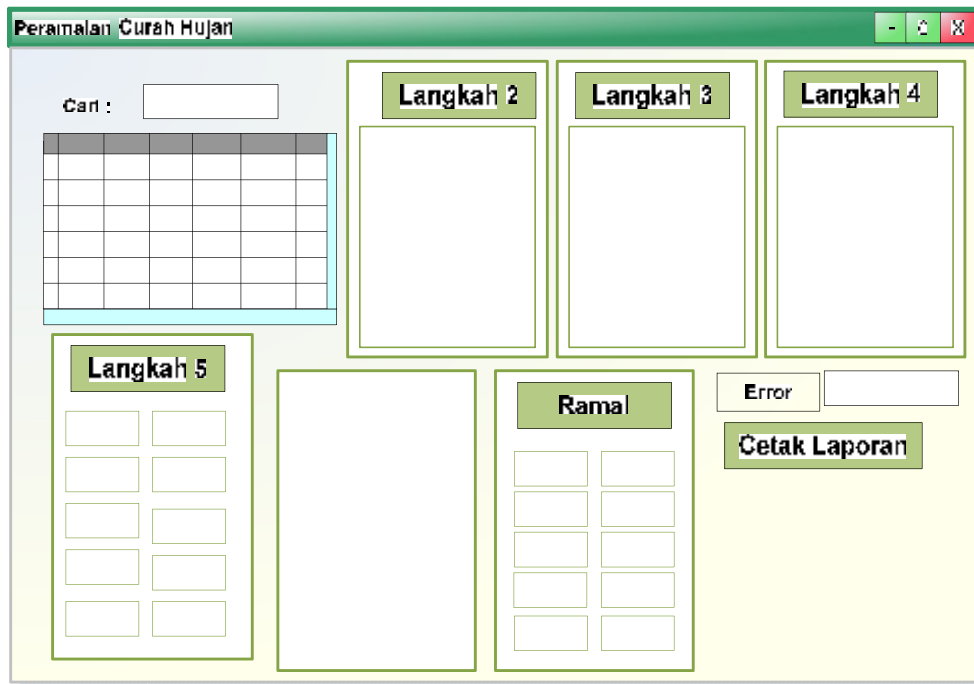


6. Rancangan peramalan curah hujan



Gambar 4.13 Rancangan Peramalan Curah Hujan

7. Rancangan langkah analisis



Gambar 4.14 Rancangan Analisis Peramalan

## **BAB V**

### **IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

#### **5.1 Implementasi**

Implementasi merupakan tahap agar dapat mengetahui apakah *system* yang telah dibuat dapat menghasilkan tujuan yang diinginkan sesuai dengan analisa dan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Peramalan curah hujan dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0* serta menggunakan *Microsoft Access* untuk *database*.

##### **5.1.1 Lingkungan Implementasi**

Lingkungan implementasi adalah lingkungan dimana aplikasi ini dikembangkan. Lingkungan implementasi *system* ada dua yaitu lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak, berikut spesifikasi lingkungan tersebut :

1. Perangkat Keras

Berikut spesifikasi dari perangkat keras yang digunakan :

- a. *Processor* : Intel Core i3
- b. *Memory* : 1 GHz
- c. *Hardisk* : 320 GB

2. Perangkat Lunak

Berikut merupakan spesifikasi perangkat lunak yang digunakan :

- a. *System operasi* : *windows 7 ultimate*
- b. Bahasa pemrograman : *Visual Basic 6.0*
- c. DBMS : *Microsoft Access*

##### **5.1.2 Alasan Pemilihan Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang digunakan yaitu *Microsoft visual basic 6.0* dengan *Database* menggunakan *Microsoft Access 2007*. Berikut ini alasan memilih perangkat lunak tersebut adalah :

1. *Microsoft visual basic 6.0* dapat memanfaatkan seluruh kemudahan dan kecanggihan yang dimiliki oleh sistem operasi *windows*.

2. Penggunaan *Microsoft Access* sangat mendukung terhadap penggunaan *Microsoft visual basic 6.0*. Selain itu, alasan menggunakan *Microsoft Access* karena pada *system* ini tidak menggunakan penyimpanan data yang cukup besar.

### **5.1.3 Implementasi Sistem Peramalan**

Ada beberapa sub menu yang terdapat pada menu utama, diantaranya adalah :

1. Sub menu daftar  
Menu ini merupakan menu untuk mendaftarkan pengguna yang akan menggunakan *system*. Pada menu ini dapat melakukan proses simpan, ubah dan hapus data daftar pengguna.
2. Sub menu *input* data  
Menu ini dapat melakukan proses simpan, ubah dan hapus terhadap data aktual curah hujan
3. Sub menu langkah analisa  
Yaitu menu untuk menampilkan langkah-langkah penyelesaian dari peramalan yang dilakukan berdasarkan metode yang digunakan.
4. Sub menu peramalan  
Pada menu ini menampilkan hasil peramalan dari curah hujan serta menampilkan hasil tingkat kesalahan data dan menampilkan grafik sebagai bentuk perbandingannya
5. Sub menu tentang  
Merupakan menu yang berisikan keterangan mengenai sistem ini.

Berikut merupakan tampilan dari menu-menu yang ada pada *system* peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering dan High Order Fuzzy Time Series* :

## 1. Menu daftar

Tabel Login		
id	username	password
1	teci	5432

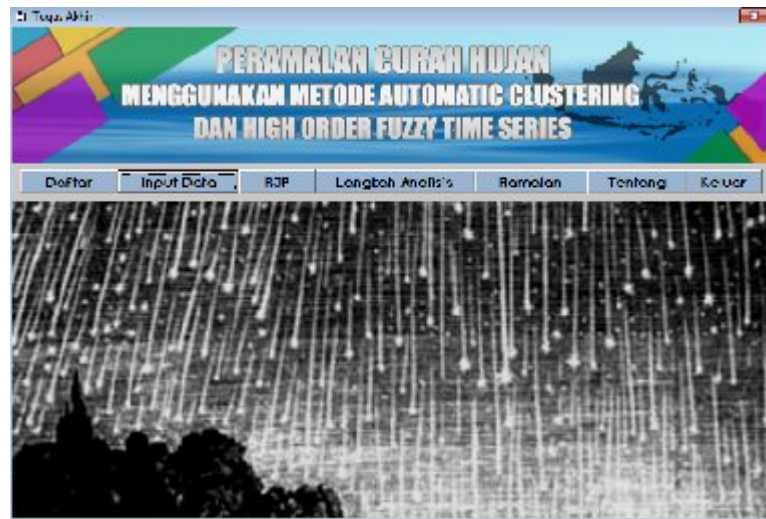
**Gambar 5.1 Menu Daftar Pengguna**

Apabila telah terdaftar sebagai pengguna didalam *system*, maka jika pengguna tersebut ingin masuk kedalam *system*, pengguna haru terlebih dahulu melakukan *Login* agar dapat berinteraksi langsung terhadap *system*, berikut merupakan tampilan dari Form *Login* pengguna :

Username	<input type="text"/>
Password	<input type="password"/>

**Gambar 5.2 Form Login**

## 2. Menu Utama



**Gambar 5.3 Menu Utama**

Pada menu utama ini, pengguna dapat melakukan beberapa proses, seperti proses *input* data, proses langkah analisis peramalan, dan juga proses peramalan.

## 3. Menu *input* data



**Gambar 5.4 Menu *Input* Data**

Pada menu *input* data, pengguna dapat menyimpan, mengubah serta menghapus data curah hujan.

#### 4. Menu RJP (Rata Jangka Panjang)

ID	Bulan	Rata-rata
1	Januari	100
2	Februari	110
3	Maret	120

Gambar 5.5 Menu RJP (Rata Jangka Panjang)

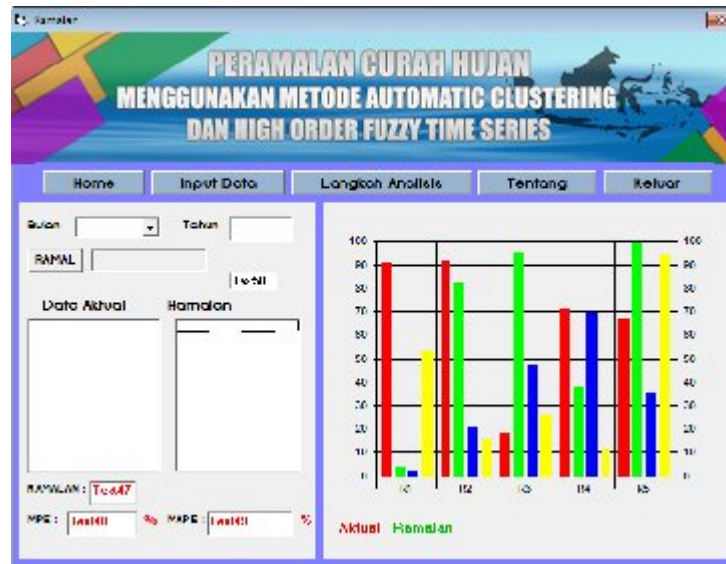
#### 5. Menu Langkah Analisis

Langkah	T	T	T
1	1	T=1	T=1
2	2	T=2	T=2
3	3	T=3	T=3
4	4	T=4	T=4
5	5	T=5	T=5
6	6	T=6	T=6
7	7	T=7	T=7
8	8	T=8	T=8
9	9	T=9	T=9
10	10	T=10	T=10

Gambar 5.6 Form Langkah Analisa

Pada menu langkah analisis ini, pengguna dapat mengetahui secara langsung bagaimana proses perhitungan dari metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*.

## 6. Menu peramalan



Gambar 5.7 Form Peramalan

## 5.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk menjamin sistem yang dibuat sesuai dengan hasil analisis dan perancangan dan menghasilkan satu kesimpulan. Sebelum sistem diimplementasikan terlebih dahulu harus dipastikan program bebas dari kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi.

### 5.2.1 Lingkungan Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan perangkat keras dan lingkungan perangkat lunak.

#### 1. Perangkat Lunak Pengujian

Perangkat lunak sistem ini akan diuji dengan menggunakan:

- Sistem operasi *Windows 7 ultimate*.
- Bahasa Pemrograman *Visual Basic 6.0* dengan *Database* menggunakan *Microsoft Access*

#### 2. Perangkat Keras Pengujian

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Processor Intel Core i3*.
- Memori 1 GB.
- Hardisk 320 GB*.

### 5.2.2 Pengujian *Black Box*

Tabel 5.1 Pengujian *Black box*

NO	Yang Diuji	Masukan	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
1	<i>Login</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Username</i> : Fadli</li> <li>- <i>Password</i> : 54321</li> </ul>	<p>Ketika <i>user</i> memasukkan <i>username</i> dengan nama “fadli” dan <i>password</i> “54321” (sesuai dengan <i>database</i>), maka pengguna berhasil masuk kedalam <i>system</i></p>	Sukses
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Username</i> : *****</li> <li>- <i>Password</i> : *****</li> </ul>	<p>Ketika <i>user</i> <i>login</i> dengan <i>username</i> : **** dan <i>Password</i> : ***** (tidak sesuai dengan <i>database</i>), maka <i>system</i> memberikan pesan “<i>Username</i> dan <i>Password</i> anda salah, Ulangi lagi”</p>	Sukses



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Username</i> :</li> <li>- <i>Password</i> :</li> </ul>	<p>Ketika <i>user</i> <i>Login</i> dengan tidak memberikan <i>username</i> dan <i>password</i> yang kosong, maka <i>system</i> memberikan pesan “<i>username</i> dan <i>password</i> kosong!!”</p>	Sukses
2	Daftar	<p><b><i>SAVE</i></b>  <i>Username</i> : fadli  <i>Password</i> : 54321</p>	<p>Ketika <i>admin</i> menyimpan data pengguna dengan <i>username</i> : fadli, dan <i>password</i> : 54321, maka <i>system</i> berhasil menyimpan data tersebut kedalam database.</p>	Sukses
		<p><b><i>UPDATE</i></b>  <i>Username</i> : fadli  <i>Password</i> : 12345</p>	<p>Ketika <i>admin</i> mengubah data dengan <i>username</i> : fadli, dan <i>password</i> : 12345, maka data tersebut</p>	sukses

			berhasil di ubah	
		<b>DELETE</b> <i>Username</i> : fadli <i>Password</i> : 12345	Ketika admin menghapusdata <i>username</i> : fadli, dan <i>password</i> : 12345, maka <i>system</i> berhasil menghapus data tersebut pada database	Sukses
3	<i>Input data</i>	<b>SAVE</b> Bulan : januari Tahun : 2002 Curah hujan : 512.1	Ketika <i>user</i> menginputkan data Bulan : januari Tahun : 2002 Curah hujan : 512.1 Pada <i>system</i> , dan <i>user</i> melakukan proses <i>SAVE</i> , maka <i>system</i> dapat menyimpan data tersebut kedalam database	Sukses
		<b>UPDATE</b> Bulan : januari Tahun : 2002 Curah hujan : 512	Ketika <i>user</i> mengubah data Bulan : januari Tahun : 2002 Curah hujan :	Sukses

			512 Pada <i>system</i> , dan <i>user</i> melakukan proses <i>UPDATE</i> , maka <i>system</i> dapat mengubah data tersebut kedalam database	
		<b><i>DELETE</i></b> Bulan : januari Tahun : 2002 Curah hujan : 512	Ketika <i>user</i> menghapus data Bulan : januari Tahun : 2002 Curah hujan : 512 Pada <i>system</i> , dan <i>user</i> melakukan proses <i>DELETE</i> , maka <i>system</i> dapat menghapus data tersebut dalam database	Sukses
4	RJP	<b><i>SAVE</i></b> Bulan : januari Curah : 100	Ketika <i>user</i> menginputkan data Bulan : januari Curah: 100 Pada <i>system</i> , dan <i>user</i> melakukan	Sukses

			<p>proses <i>SAVE</i>, maka <i>system</i> dapat menyimpan data tersebut kedalam <i>database</i></p>	
		<p><b><i>UPDATE</i></b> Bulan : januari Curah : 200</p>	<p>Ketika <i>user</i> mengubah data Bulan : januari Curah : 200 Pada <i>system</i>, dan <i>user</i> melakukan proses <i>UPDATE</i>, maka <i>system</i> dapat mengubah data tersebut kedalam <i>database</i></p>	Sukses
		<p><b><i>DELETE</i></b> Bulan : januari Curah : 200</p>	<p>Ketika <i>user</i> menghapus data Bulan : januari Curah : 200 Pada <i>system</i>, dan <i>user</i> melakukan proses <i>DELETE</i>, maka <i>system</i> dapat menghapus data tersebut dalam <i>database</i></p>	

5	Langkah Analisis	Bulan : januari Tahun : 2012	Ketika <i>user</i> ingin melakukan peramalan pada Bulan : januari Tahun : 2012 Maka sesuai dengan perintah yang ada pada langkah analisis tersebut, <i>system</i> dapat memberikan hasil peramalan	Sukses
6	Ramal	Bulan : januari Tahun : 2012	Ketika <i>user</i> ingin mengetahui ramalan curah hujan untuk Bulan : januari Tahun : 2012, Maka <i>system</i> mampu memberikan hasil peramalan pada bulan dan tahun tersebut, dan <i>system</i> juga dapat menampilkan hasil tingkat kesalahan data	Sukses

			beserte grafik perbandingannya	
--	--	--	-----------------------------------	--

### 5.2.3 Pengujian *User Acceptance Test*

Pengujian *user acceptance test* dilakukan dengan memberikan kuisisioner yang berisi pernyataan seputar tugas akhir ini. Kuisisioner tersebut diberikan kepada operator dari pihak BMKG yang akan menggunakan *system* ini nantinya agar dapat menilai dan mengevaluasi sistem peramalan curah hujan ini.

Tabel 5.3 Tanggapan hasil pengujian dengan Kuesioner

No	Pernyataan	Tanggapan			
		TS	BS	S	SS
1	Dari segi tampilan, aplikasi ini sudah mencerminkan tentang peramalan curah hujan		1		
2	Menu yang tersedia pada aplikasi ini tidak terdapat kesulitan dalam penggunaannya				1
3	Aplikasi peramalan curah hujan ini dapat memberikan prakiraan curah hujan setiap bulan dengan baik			1	
4	Aplikasi ini dapat memudahkan pihak BMKG untuk menginputkan data curah hujan setiap bulannya				1
5	Aplikasi ini sudah dapat memerikan info tentang sifat curah hujan setiap bulan dengan baik			1	
6	Aplikasi peramalan curah hujan ini dapat membantu pihak BMKG dalam melakukan prakiraan curah hujan			1	
7	Aplikasi ini layak digunakan oleh BMKG untuk meramalkan curah hujan			1	

\*Keterangan : Tidak Setuju (TS), Biasa Saja (BS), Setuju (S), Sangat Setuju (SS)

Dari tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa tampilan dari aplikasi ini tidak menggambarkan tentang peramalan curah hujan, tetapi menu-menu yang ada pada

aplikasi tidak menyulitkan user dalam menggunakannya. Selain itu, dari segi isinya, aplikasi ini dapat untuk meramalkan curah hujan untuk satu bulan kedepannya.

#### 4.2.4 Hasil Pengujian Sistem

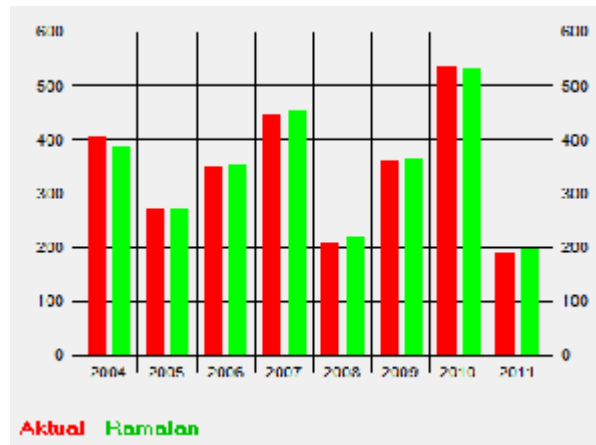
Berikut merupakan hasil beberapa pengujian peramalan curah hujan setiap bulannya dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* serta tingkat kesalahan data dari peramalan tersebut :

1. Peramalan curah hujan bulan Januari tahun 2012

Tabel 5.2 Peramalan Curah Hujan Bulan Januari tahun 2012

<b>Bulan</b>	<b>Tahun</b>	<i>Actual</i>	<b>Ramalan</b>	<b>Error</b>
Januari	2002	512.1		-
	2003	323		-
	2004	405.3	385.9	19.4
	2005	269.6	269.6	0
	2006	347.1	351.2	4.1
	2007	446.2	454.2	8
	2008	205.7	218.2	12.5
	2009	360.7	363.6	2.9
	2010	537.3	530.9	6.4
	2011	234	197.2	36.8
	2012		197.2	
<b>MPE</b>				-0.937
<b>MAPE</b>				2.259

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Januari 10 tahun terakhir :



**Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Januari**

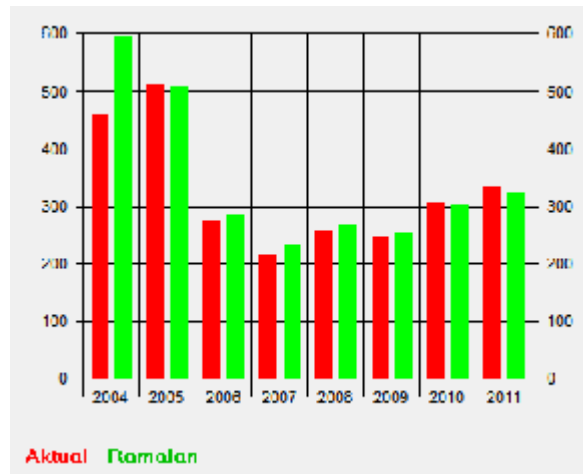
2. Peramalan curah hujan bulan Februari tahun 2012

Tabel 5.3 Peramalan Curah Hujan Bulan Februari tahun 2012

Bulan	Tahun	<i>Actual</i>	Ramalan	Error
Februari	2002	357.1		-
	2003	498.0		-
	2004	456.7	595.6	138.9
	2005	512.3	508.7	3.6
	2006	276.3	284.5	8.2
	2007	214.6	231.1	16.5
	2008	255.8	266.0	10.2
	2009	248.7	252.2	3.5
	2010	303.8	301.1	2.7
	2011	330.8	321.3	9.5
	2012		333.2	
<b>MPE</b>				-4.679
<b>MAPE</b>				5.668

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Januari10 tahun terakhir :





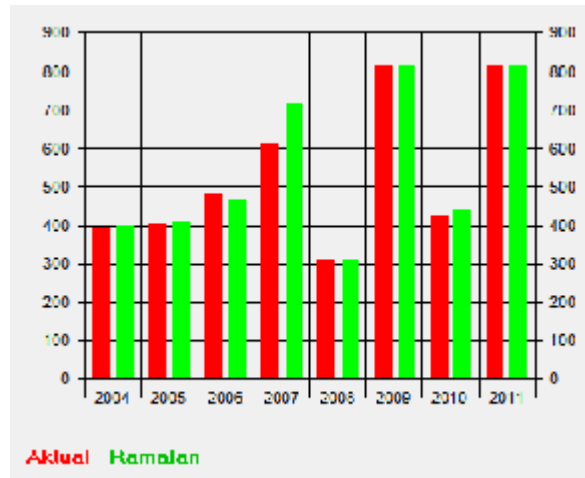
**Gambar 5.9 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Februari**

3. Peramalan curah hujan bulan Maret tahun 2012

Tabel 5.4 Peramalan Curah Hujan Bulan Maret tahun 2012

Bulan	Tahun	Actual	Ramalan	Error
Maret	2002	311.7		-
	2003	590.4		-
	2004	390.0	398.1	8.1
	2005	400.9	411.3	10.4
	2006	478.2	464.3	13.9
	2007	614.7	716.0	101.3
	2008	307.0	309.3	2.3
	2009	817.4	817.8	0.4
	2010	421.7	435.9	14.2
	2011	819.0	818.6	0.4
	2012		818.6	
<b>MPE</b>				-2.491
<b>MAPE</b>				3.145

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Maret 10 tahun terakhir :



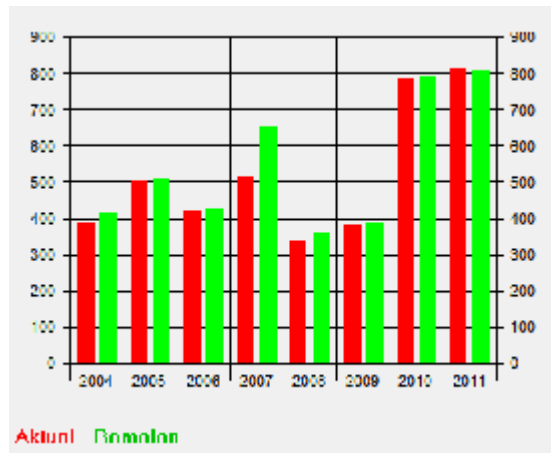
**Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Maret**

4. Peramalan curah hujan bulan April tahun 2012

Tabel 5.5 Peramalan Curah Hujan Bulan April tahun 2012

Bulan	Tahun	Actual	Ramalan	Error
April	2002	309.2		-
	2003	431.6		-
	2004	387.2	414.0	26.8
	2005	500.4	509.6	9.2
	2006	423.0	427.3	4.3
	2007	519.0	652.8	133.8
	2008	335.5	359.1	23.6
	2009	382.7	384.9	2.2
	2010	786.7	794.7	8
	2011	819.0	810.9	8.1
	2012		810.9	
<b>MPE</b>				-4.806
<b>MAPE</b>				5.026

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan April 10 tahun terakhir :



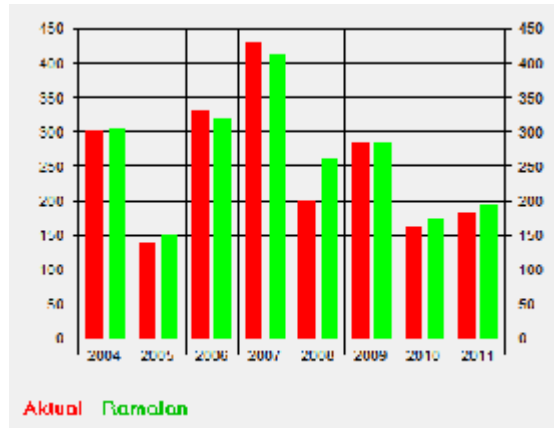
**Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan April**

5. Peramalan curah hujan bulan Mei tahun 2012

Tabel 5.6 Peramalan Curah Hujan Bulan Mei tahun 2012

<b>Bulan</b>	<b>Tahun</b>	<i>Actual</i>	<b>Ramalan</b>	<b>Error</b>
Mei	2002	290.1		-
	2003	287.6		-
	2004	301.3	305.3	4
	2005	140.2	150.9	10.7
	2006	329.0	317.4	11.6
	2007	431.1	414.9	16.2
	2008	200.7	263.3	62.6
	2009	284.2	285.6	1.4
	2010	161.6	172.9	11.3
	2011	184.2	192.4	8.2
	2012		192.4	
<b>MPE</b>				-4.9
<b>MAPE</b>				6.60

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Mei 10 tahun terakhir :



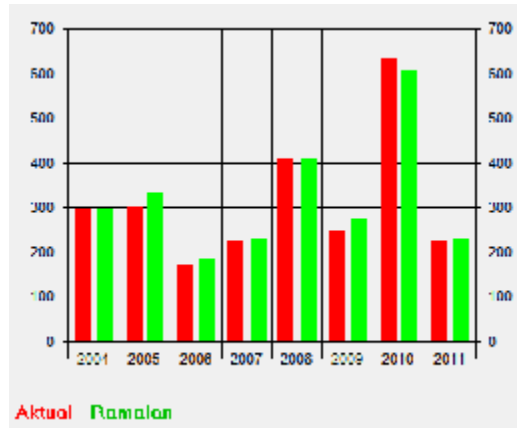
**Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Mei**

6. Peramalan curah hujan bulan Juni tahun 2012

Tabel 5.7 Peramalan Curah Hujan Bulan Juni tahun 2012

Bulan	Tahun	<i>Actual</i>	Ramalan	Error
Juni	2002	412.0		-
	2003	346.1		-
	2004	298.1	298.7	0.6
	2005	300.5	334.7	34.2
	2006	170.9	183.5	13.4
	2007	222.2	227.6	5.4
	2008	409.7	410.8	1.1
	2009	246.6	272.3	26.3
	2010	634.1	608.3	25.8
	2011	222.3	227.6	5.3
	2012		227.6	
<b>MPE</b>				-3.39
<b>MAPE</b>				4.29

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Juni 10 tahun terakhir :



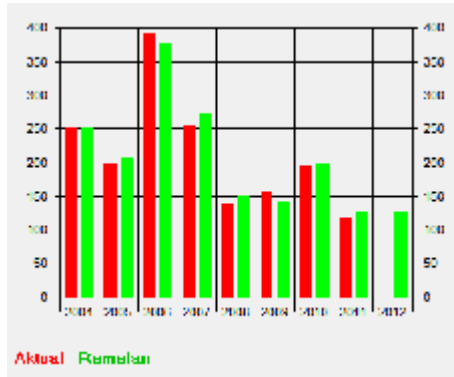
**Gambar 5.13 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Juni**

7. Peramalan curah hujan bulan Juli tahun 2012

Tabel 5.8 Peramalan Curah Hujan Bulan Juli tahun 2012

Bulan	Tahun	<i>Actual</i>	Ramalan	Error
Juli	2002	319.1		-
	2003	213.3		-
	2004	250.9	252.0	1.1
	2005	198.0	205.1	7.1
	2006	391.9	376.6	15.3
	2007	255.7	272.1	16.4
	2008	132.7	149.7	17
	2009	157.1	143.4	13.7
	2010	196.4	197.1	0.7
	2011	117.8	127.5	9.7
	2012		127.5	
<b>MPE</b>				-1.75
<b>MAPE</b>				4.54

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Juli 10 tahun terakhir :



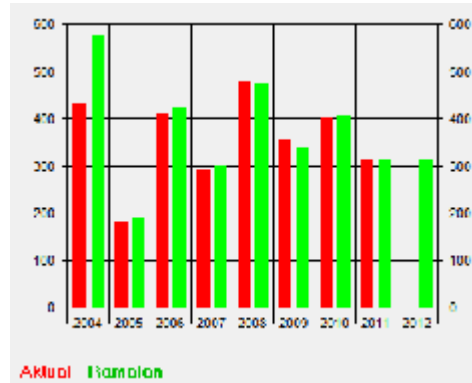
**Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Juli**

8. Peramalan curah hujan bulan Agustus tahun 2012

Tabel 5.9 Peramalan Curah Hujan Bulan Juli tahun 2012

Bulan	Tahun	Actual	Ramalan	Error
Agustus	2002	120		-
	2003	321		-
	2004	431	578.8	147.8
	2005	180	190.1	10.1
	2006	412	421.5	9.5
	2007	290	297.7	7.7
	2008	481	476.0	5
	2009	356	339.7	16.3
	2010	401	406.5	5.5
	2011	315	313.2	1.8
	2012		313.2	
<b>MPE</b>				-4.45
<b>MAPE</b>				5.82

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Agustus 10 tahun terakhir :



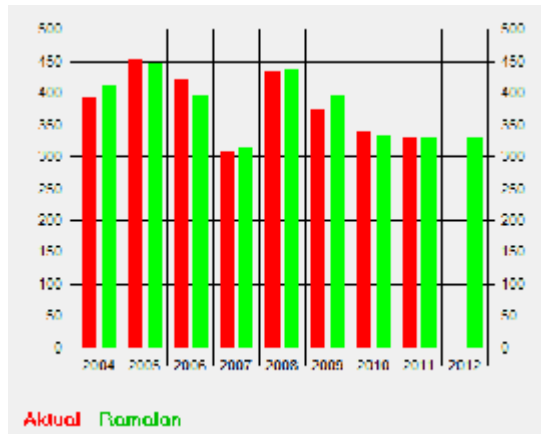
**Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Agustus**

9. Peramalan curah hujan bulan September tahun 2012

Tabel 5.10 Peramalan Curah Hujan Bulan Juli tahun 2012

Bulan	Tahun	Actual	Ramalan	Error
September	2002	109		-
	2003	355.1		-
	2004	391	411.4	20.4
	2005	453.6	448.3	5.3
	2006	421.5	396.1	25.4
	2007	307.6	315.1	7.5
	2008	432.6	437.8	5.2
	2009	373.9	396.1	22.2
	2010	337.9	335.1	2.8
	2011	329.1	330.3	1.2
	2012		330.3	
<b>MPE</b>				-0.8
<b>MAPE</b>				2.577

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan September 10 tahun terakhir :



**Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan September**

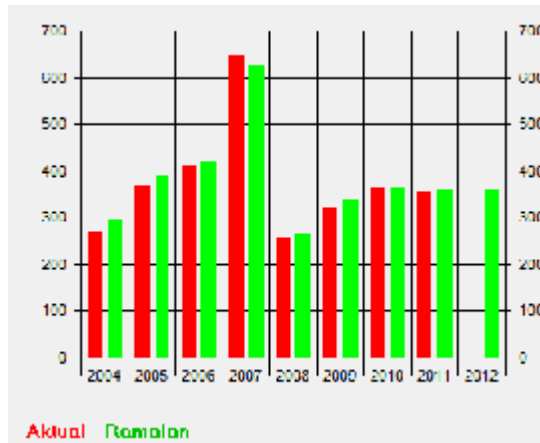
10. Peramalan curah hujan bulan Oktober tahun 2012

Tabel 5.11 Peramalan Curah Hujan Bulan Oktober tahun 2012

Bulan	Tahun	<i>Actual</i>	Ramalan	Error
Oktober	2002	301.1		-
	2003	431.8		-
	2004	271.5	293.7	21.8
	2005	367.9	389.0	21.1
	2006	410.2	421.0	11.2
	2007	647.3	625.5	21.8
	2008	256.7	264.1	7.4
	2009	322.5	338.3	15.8
	2010	362.3	364.4	2.1
	2011	354.3	357.6	3.3
	2012		357.6	
<b>MPE</b>				-2.509
<b>MAPE</b>				3.254

Berikut grafik perbandingan data *actual* dengan hasil peramalan curah hujan bulan Oktober 10 tahun terakhir :





**Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Curah Hujan Bulan Oktober**

#### 5.2.4 Kesimpulan Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan untuk peramalan curah hujan pada tahun 2012, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Dari pengujian tersebut, *system* peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* ini dapat memberikan informasi peramalan curah hujan untuk satu bulan kedepan, yang mana hasil peramalan dipengaruhi oleh data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir.
2. Dari sepuluh kali pengujian, maka didapatkan hasil peramalan sebagai berikut :

Tabel 5.12 Hasil pengujian peramalan

No	Bulan	Ramalan	MAPE	MPE
1	Januari	197.2	2.259	-0.937
2	Februari	333.2	5.668	-4.679
3	Maret	818.6	3.145	-2491
4	April	810.9	5.026	-4.806
5	Mei	192.4	6.60	-4.9
6	Juni	227.6	4.29	-3.39
7	Juli	127.5	4.54	-1.75
8	Agustus	313.2	5.82	-4.45

9	September	330.3	2.577	-0.8
10	Oktober	357.6	3.254	-2.509
Rata-rata			4.317%	-3.071%

3. Dari pengujian tersebut, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret dengan curah hujan sebesar 818.6 dan curah hujan terendah pada bulan Juli yaitu sebesar 127.5.
4. Berdasarkan pengujian diatas didapat nilai rata-rata MAPE  $\pm$  4.317 %, dan errors terbesar terjadi pada bulan Mei dengan 6.60%, berdasarkan rata-rata nilai MAPE tersebut maka tingkat kesalahan peramalan masuk dalam kategori rendah karena MAPE kecil dari 10 %.
5. Peramalan kategori hujan untuk bulan Januari sampai Oktober adalah :

Tabel 5.13 Peramalan Sifat Hujan

No	Bulan	Hasil	Kategori
1	Januari	75.5%	Bawah Normal
2	Februari	166.6%	Atas Normal
3	Maret	289.6%	Atas Normal
4	April	245.4%	Atas Normal
5	Mei	76.2%	Bawah Normal
6	Juni	109%	Normal
7	Juli	48%	Bawah Normal
8	Agustus	147%	Atas Normal
9	September	99.9%	Normal
10	Oktober	85.07%	Normal

## BAB VI

### P E N U T U P

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan implementasi dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Automatic Clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *automatic clustering* dan *High Order Fuzzy Time Series* dapat diterapkan untuk peramalan curah hujan.
2. Sistem ini mampu memberikan peramalan curah hujan untuk satu bulan kedepan, dimana data curah hujan selama 10 tahun terakhir merupakan data yang mempengaruhi hasil peramalan.
3. Dari beberapa kali percobaan, maka didapatkan *persentase error* sebesar  $\pm 4.37\%$ . Berdasarkan *percentage errors* tersebut, maka tingkat kesalahan data pada peramalan ini termasuk dalam kategori rendah.
4. Sistem dapat memberikan informasi sifat dari curah hujan, apakah curah hujan bersifat normal, dibawah normal atau diatas normal.

#### 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya adalah :

1. Selain menggunakan data *history* curah hujan beberapa tahun yang lalu untuk dapat menghasilkan hasil peramalan, untuk kedepannya agar dapat memberikan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil peramalan seperti suhu, tekanan udara, kecepatan angin dan lain-lain.
2. Perhitungan *error* peramalan dapat menggunakan metode lainnya selain *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yaitu seperti *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Percentage Error* (MPE), *Cumulative Sum Forecast Error* (CFE), *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Mean Squared Error* (MSE).

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Sahid. "Penakar Curah Hujan Otomatis Dengan Data Logger SD/MMC Berbasis SMS (Short Message Service)". Universitas Diponegoro, Semarang. 2009
- Alda, R. "Penerapan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon di PT. Telkomsel Drive3 Surabaya". Institt Teknologi Sepulh November, Surabaya. 2009.
- Anwary, Ahmad. "Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika menggunakan Metode Fuzzy Time Series". Universitas Diponegoro, Semarang. 2011.
- Ari, D.P. "Analisis Time Series". Percetakan Pustaka Riau. Pekanbaru. 2011
- Ayuliana. "Teknik Pengujian Perangkat Lunak". 2009
- Chen, S. M.. "Forecasting enrollments based on fuzzy time series". *Fuzzy Sets and Systems*, 81: 311-319. 1996
- Huda. "Penerapan Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Penjualan Sarung Pada PT. Nabatex Gresik". Surabaya. 2007.
- Rahanimi. "Peramalan Jumlah Mahasiswa Pendaftar PMDK Jurusan Matematika Menggunakan Metode Automatic Clstering dan Relasi Logika Fuzzy". Surabaya. 2010.
- R.Suwarman dan Yan F. permadhi. "Aplikasi Metode ANFIS untuk Prediksi Curah Hujan di Pulau Jawa Bagian Barat". 2010 .
- Subagyono, Kasdi. "Mencermati Kondisi Curah Hujan untuk Mendukung Budidaya Tanaman Pangan di Sentra Produksi". 2006.
- Sumayang, Lalu, "Dasar-Dasar Manajemen Produksi Operasi", Salemba Empat Patria, Jakarta, 2003.
- Shyi-Ming Chen and Chia-Ching Hsu.. "A New Method to Forecast Enrollments Using Fuzzy Time Series". *International Journal of Applied Science and Engineering*, 2004
- Zadeh, L. A. "Fuzzy sets. *Information and Control*", 8: 338-353. 1965.
- <http://www.staklimkarangploso.info/index.php/prakiraan-curah-hujan-bulanan-malang> diakses tanggal 1 juni 2012 11.30
- [http://www.bmkg.go.id/bmkg\\_wilayah\\_4/Klimatologi/Prakiraan\\_Hujan\\_Bulanan.bmkg](http://www.bmkg.go.id/bmkg_wilayah_4/Klimatologi/Prakiraan_Hujan_Bulanan.bmkg) diakses tanggal 10 Oktober 2012 17.00
- <http://www.exforsys.com/tutorials/testing/what-is-user-acceptance-testing.html> diakses tanggal 29 Desember 2012 15.00