

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Prediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer di lembaga pendidikan tinggi diperlukan untuk mengidentifikasi kebutuhan *bandwidth* yang akan terjadi, baik pada jaringan LAN maupun pada jaringan koneksi *internet* sehingga dapat meningkatkan kualitas layanan akademik dan menentukan berapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk sewa *bandwidth*. Apabila pemberian *bandwidth* lebih besar dari kebutuhan yang sebenarnya akan mengakibatkan pemborosan *bandwidth*. Sedangkan apabila pemberian *bandwidth* lebih rendah dari kebutuhan sebenarnya, pengaksesan bagi konsumen menjadi lebih lambat yang akibatnya merugikan pihak pengguna. Penggunaan *internet* secara bersama dapat mempengaruhi performansi jaringan seiring dengan peningkatan jumlah pengguna. Performansi jaringan memegang peranan penting dalam pengaturan kebutuhan *bandwidth* untuk tiap layanan aplikasi *internet* yang beraneka-ragam. Ketersediaan *bandwidth* jaringan merupakan faktor penting dalam memilih layanan web (Foster and Kesselman, 2003).

Kemampuan untuk mengantisipasi kebutuhan *bandwidth* sangat penting untuk layanan yang efisien dan pengambilan keputusan cerdas dalam menghadapi perkembangan lalu lintas yang cepat dan perubahan pola lalu lintas (Nandi et al, 1998). Pada dasarnya besarnya kebutuhan *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kebutuhan *bandwidth*, umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik, meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung pada faktor-faktor lain, misalnya *latency* yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi (Trimantaraningsih dkk, 2008).

Perkembangan teknologi komputasi sudah mengarah kepada teknologi *soft computing* (istilah lainnya komputer cerdas) (Mulyadi dkk, 2006). Salah satu komponen dari *soft computing* adalah logika *fuzzy* yang telah banyak diaplikasikan diberbagai bidang kehidupan. Aplikasi terpentingnya adalah untuk membantu manusia

dalam melakukan pengambilan keputusan. Kenyataan bahwa masalah yang dihadapi dalam dunia nyata dalam berbagai bidang adalah masalah-masalah kompleks yang melibatkan banyak variabel dan memerlukan keputusan yang cepat menyediakan peluang yang besar bagi aplikasi logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* dapat memberikan suatu nilai dari nol secara kontinyu sampai nilai satu (Liman and Johansah, 2005).

Konsep dari *soft computing* atau lebih dikenal dengan *artificial intelligence* diperkenalkan sebagai alat untuk peramalan, seperti *Fuzzy Time Series*, *Neural Network*, dan *Genetic Algorithm*. Peramalan merupakan kebutuhan yang penting dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk meramalkan cuaca, pemasaran, memprediksi gempa bumi, memprediksi berapa banyaknya jumlah mahasiswa, dan lain-lain. Seiring dengan banyaknya bidang yang memerlukan peramalan yang lebih akurat, maka metode peramalan banyak dikembangkan. Pemodelan *time series* dengan menggunakan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) mampu mempelajari perilaku data yang ada untuk memperoleh peramalan yang lebih akurat. Pemodelan *time series* dengan *fuzzy time series* merupakan salah satu dari metode dengan menggunakan kecerdasan buatan yang semakin berkembang. Sistem peramalan dengan *fuzzy time series* dapat menangkap pola dari data yang telah lalu untuk memproyeksikan data yang akan datang (Robandi, 2006). Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit, sehingga *fuzzy time series* ini lebih mudah untuk digunakan.

Pemanfaatan *fuzzy time series* telah digunakan untuk memprediksi data pendaftaran mahasiswa, konsep *fuzzy time series* yang diajukan berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, logika *fuzzy* dan penalaran perkiraan (Song and Chissom, 1993)

Pada penelitian ini dikembangkan sistem *fuzzy time series* untuk prediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer. Sumber data yang diperlukan adalah data trafik harian yang kemudian data tersebut akan dibelajarkan pada sistem perangkat lunak yang sudah dirancang. *Software* pendukung untuk merancang program digunakan *Borland C #*.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dibuat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memprediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer dengan metode *fuzzy time series*.
2. Membandingkan metode *fuzzy time series* Song-Chissom dan Singh untuk prediksi kebutuhan *bandwidth*.

## 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini ada beberapa pembatasan masalah yang dilakukan yaitu:

1. Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy time series* yang diajukan oleh Song-Chissom dan metode yang diajukan oleh Singh dalam prediksi kebutuhan *bandwidth*.
2. Prediksi dibatasi pada keadaan penggunaan *bandwidth* normal untuk kondisi kuliah, ujian, dan libur yang disesuaikan dengan kalender akademik dan tidak untuk keadaan penggunaan *bandwidth* yang indensial atau keadaan khusus.
3. Data yang digunakan untuk prediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer adalah data penggunaan *bandwidth* pada jaringan komputer POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.
4. Program yang digunakan untuk perancangan sistem adalah *Borland C #*.

## 1.4. Keaslian Penelitian

Penelitian yang berkaitan dengan prediksi beban pada *bandwidth* dalam jaringan komputer telah memprediksi populasi *online*, *peer upload* dan *bandwidth server* permintaan di setiap saluran video, berdasarkan pembelajaran dari kedua faktor manusia dan dinamika sistem dari pengukuran *online*. Mekanisme yang diusulkan dievaluasi pada data set besar diperoleh dari internet komersial *video-on-demand system* (Niu et al., 2011).

*Fuzzy time series* adalah sebuah konsep baru berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, konsep variabel linguistik dan logika *fuzzy* yang digunakan untuk

menyelesaikan masalah peramalan apabila data historis adalah nilai-nilai linguistik. Penelitian tersebut menggunakan garis besar pemodelan dengan cara persamaan relasional *fuzzy* dan penalaran perkiraan untuk memprediksi pendaftaran mahasiswa (Song and Chissom, 1993).

Penelitian selanjutnya menggunakan algoritma komputasi sederhana dapat mengurangi waktu untuk menghasilkan persamaan relational dengan menggunakan operasi komposisi max-min yang kompleks dan mengurangi waktu proses *defuzzyfikasi* pada metode Song dan Chissom. Sehingga dapat menyelesaikan masalah dalam mencari prosedur *defuzzyfikasi* yang cocok untuk menghasilkan nilai *output crisp* dengan akurasi yang lebih baik (Singh, 2007).

Penelitian yang dilakukan dalam tesis ini adalah membandingkan metode *fuzzy time series* yang diajukan oleh Song-Chissom dan metode *fuzzy time series* yang diajukan oleh Singh untuk memprediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer yang tentu saja berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya.

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat sistem informasi yang dapat memprediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer dengan metode *fuzzy time series*.
2. Membandingkan metode *fuzzy time series* Song-Chissom dan metode *fuzzy time series* Singh untuk memprediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer.

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Secara teoritik hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan kajian untuk penentuan kebutuhan *bandwidth*.
2. Untuk mengukur tingkat dukungan *bandwidth* pada penyedia jaringan *broadband* di Institusi.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Kebutuhan untuk model permintaan jaringan muncul sebagai pentingnya akses ke *internet* untuk memberikan peningkatan layanan esensial. Kemampuan untuk mengantisipasi kebutuhan *bandwidth* sangat penting untuk layanan yang efisien dan pengambilan keputusan cerdas dalam menghadapi tumbuh dengan cepat lalu lintas dan perubahan pola lalu lintas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu model jaringan permintaan untuk menjelaskan aliran saat ini dan masa depan lalu lintas *internet* di seluruh dunia dengan memahami kebutuhan *bandwidth* masa depan domestik maupun untuk *link* internasional. Model yang dikembangkan didasarkan pada pola lalu lintas diamati sebelumnya dan teori *eksternalitas* jaringan. Berdasarkan konsep *eksternalitas* jaringan, dapat diasumsikan bahwa arus lalu lintas di antara berbagai Negara di seluruh dunia adalah langsung berhubungan dengan jumlah *relative* penghuni yang tersedia di negara-negara. Model ini kemudian digunakan untuk memprediksi arus lalu lintas masa depan antara tujuh wilayah di dunia, membedakan antara lalu lintas domestik dan internasional dan lalu lintas *inbound* dengan *outbound* untuk masing-masing daerah (Nandi et al, 1998).

Dewasa ini layanan *video-on-demand system* didistribusikan sangat besar-besaran di *internet*. Peramalan permintaan dan prediksi kinerja secara otomatis, jika diterapkan, dapat membantu perencanaan kapasitas dan kualitas kontrol sehingga *bandwidth server* yang cukup selalu dapat diberikan kepada masing-masing saluran video tanpa menimbulkan sisa. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan teknik analisis *time-series* untuk secara otomatis memprediksi populasi *online*, *peer upload* dan *bandwidth server* permintaan di setiap saluran video, berdasarkan pembelajaran dari kedua faktor manusia dan dinamika sistem dari pengukuran *online*. Mekanisme yang diusulkan dievaluasi pada data set besar diperoleh dari *internet* komersial *video-on-demand system* (Niu et al, 2011).

Berkembangnya jaringan LAN dan jaringan *internet* membutuhkan adanya suatu sistem manajemen jaringan yang mengatur dan mengidentifikasi kebutuhan akan sistem komputer. Tujuan dari analisa efektifitas penggunaan *bandwidth* jaringan komputer untuk mengidentifikasi performa dan jumlah trafik yang terjadi setiap harinya, baik pada jaringan LAN maupun pada jaringan koneksi *internet*. Identifikasi serta analisa mengenai performa dan total trafik. Dari hasil pengamatan didapat bahwa dari dua jaringan yang ada, yaitu jaringan akses *internet* dan jaringan *intranet*, jaringan intranet tidak dimanfaatkan secara optimal sebagai jalur akses ke *server* yang seharusnya bisa diakses secara lokal. Penelitian tersebut menghasilkan beberapa topologi baru yang dapat mengatasi lambatnya koneksi akses ke *server* lokal serta pembatasan *bandwidth* yang terpusat. Topologi ini diharapkan bisa memenuhi kebutuhan akan akses *intranet* yang cepat (Agus dkk, 2010).

*Fuzzy time series* adalah sebuah konsep baru berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, konsep variabel linguistik dan logika *fuzzy* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan apabila data historis adalah nilai-nilai linguistik. Penelitian tersebut menggunakan garis besar pemodelan dengan cara persamaan relasional *fuzzy* dan penalaran perkiraan untuk memprediksi pendaftaran mahasiswa (Song and Chissom, 1993).

Penelitian selanjutnya menggunakan operasi aritmatika sederhana dan model *time series fuzzy* ordo tinggi untuk meramalkan data pendaftaran. Metode yang diusulkan mendefinisikan semesta pembicaraan dan semesta pembicaraan dibagi ke dalam beberapa interval yang sama panjang dan setara. Definisi dari nilai-nilai linguistik yang diwakili oleh *fuzzy set* berdasarkan interval disesuaikan dengan keadaan semesta. Dan dibangun hubungan logis kabur berdasarkan *fuzzifikasi enrollment*. Terakhir dibentuk aturan untuk menentukan apakah tren peramalan naik atau turun dan untuk meramalkan pendaftaran. Dengan Asumsi bahwa jika ingin meramalkan pendaftaran tahun  $n$ , maka perbedaan-perbedaan dari pendaftaran antara tahun  $n-1$  dan  $n-2$  dan antara tahun  $n-2$  dan  $n-3 = (\text{pendaftaran tahun } n-1 - \text{pendaftaran tahun } n-2) - (\text{pendaftaran tahun } n-2 - \text{pendaftaran tahun } n-3)$  (Chen dan Hsu, 2004).

Penelitian selanjutnya menggunakan algoritma komputasi sederhana dapat mengurangi waktu untuk menghasilkan persamaan relational dengan menggunakan operasi komposisi max-min yang kompleks dan mengurangi waktu proses *defuzzyfikasi* pada metode Song dan Chissom. Sehingga dapat menyelesaikan masalah dalam mencari prosedur *defuzzyfikasi* yang cocok untuk menghasilkan nilai *output crisp* dengan akurasi yang lebih baik (Singh, 2007).

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Teori Peramalan**

Secara umum pengertian peramalan adalah tafsiran. Namun dengan menggunakan teknik-teknik tertentu maka peramalan bukan hanya sekedar tafsiran. Ada beberapa definisi tentang peramalan, diantaranya:

- a. Peramalan atau *forecasting* diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis (Buffa et al., 1996).
- b. Peramalan merupakan bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen (Makridakis et al, 1999).
- c. Peramalan adalah sebuah teknik yang menggunakan data historis untuk memperkirakan proyek yang akan datang (Chapman and Stephen, 2006).

Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar. Selain itu metode peramalan dapat memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik penganalisaan yang lebih maju. Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar, karena dapat diuji penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

### **2.2.2. Jenis-jenis Peramalan**

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu:

#### **a. Peramalan Kualitatif**

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak, dan datanya tidak bisa direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang instuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

#### **b. Peramalan Kuantitatif**

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu (data historis). Hasil peramalan yang didapat sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Baik tidaknya metode yang dipergunakan ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Semakin besar penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang akan terjadi maka semakin baik pula metode yang digunakan.

### **2.2.3. Jangka Waktu Peramalan**

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu (Heizer and Render, 1996):

1. Peramalan jangka pendek, peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.
2. Peramalan jangka menengah, peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
3. Peramalan jangka panjang, peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun.

### **2.2.4. Jenis-jenis Pola Data**

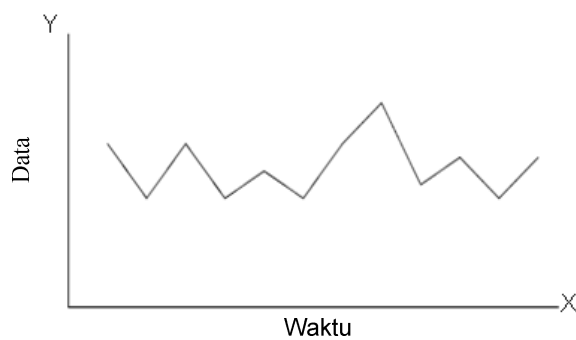
Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.



Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Makridakis et al, 1999):

1. Pola Horizontal (H) atau Horizontal Data Pattern

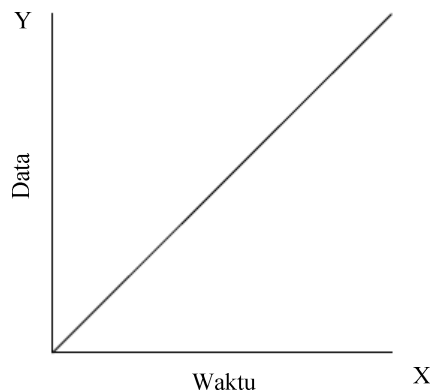
Pola data ini terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Bentuk pola horizontal ditunjukkan seperti gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pola Data Horizontal

2. Pola Trend (T) atau Trend Data Pattern

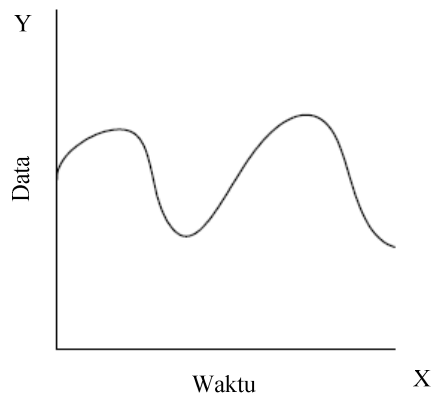
Pola data ini terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contohnya penjualan perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya, selama perubahan sepanjang waktu. Bentuk pola trend ditunjukkan seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pola Data Trend

### 3. Pola Musiman (S) atau Seasonal Data Pattern

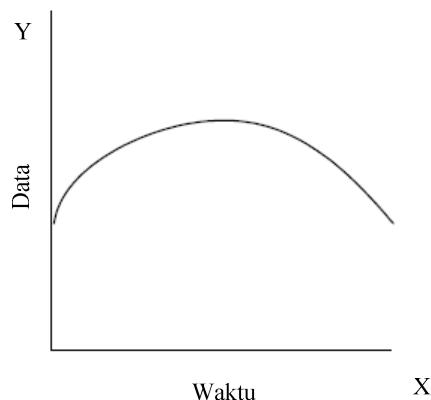
Pola data ini terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulan atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukkan jenis pola ini. Bentuk pola musiman ditunjukkan seperti gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pola Data Musiman

### 4. Pola Siklis (S) atau Cycled Data Pattern

Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contohnya penjualan produk seperti mobil, baja. Bentuk pola siklis ditunjukkan seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pola Data Siklis

### 2.2.5. Data Berkala (*Time Series*)

Data berkala adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu, untuk menggambarkan perkembangan suatu kegiatan. Analisis data berkala memungkinkan kita untuk mengetahui perkembangan suatu atau beberapa kejadian serta hubungan/pengaruhnya terhadap kejadian lainnya (Supranto, 1987). Pola gerakan data atau nilai-nilai variabel dapat diikuti atau diketahui dengan adanya data berkala, sehingga data berkala dapat dijadikan sebagai dasar untuk:

1. Pembuatan keputusan pada saat ini.
2. Peramalan keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang.
3. Perencanaan kegiatan dimasa yang akan datang.

Gerakan-gerakan khas dari data *time series* dapat digolongkan ke dalam empat kelompok utama, yang sering disebut komponen-komponen *time series*:

1. Gerakan jangka panjang atau sekuler merujuk kepada arah umum dari grafik *time series* yang meliputi jangka waktu yang panjang.
2. Gerakan siklis (*cyclical movements*) atau variasi siklis merujuk kepada gerakan naik-turun dalam jangka panjang dari suatu garis atau kurva trend. Siklis yang demikian dapat terjadi secara periodik ataupun tidak, yaitu dapat ataupun tidak dapat mengikuti pola yang tepat sama setelah interval-interval waktu yang sama. Dalam kegiatan bisnis dan ekonomi, gerakan-gerakan hanya dianggap siklis apabila timbul kembali setelah interval waktu lebih dari satu tahun.
3. Gerakan musiman (*seasonal movements*) atau variasi musim merujuk kepada pola-pola yang identik, atau hampir identik, yang cenderung diikuti suatu *time series* selama bulan-bulan yang bersangkutan dari tahun ke tahun. Gerakan-gerakan demikian disebabkan oleh peristiwa-peristiwa yang berulang-ulang terjadi setiap tahun.
4. Gerakan tidak teratur atau acak (*irregular or random movements*) merujuk kepada gerakan-gerakan sporadis dari *time series* yang disebabkan karena

peristiwa-peristiwa kebetulan seperti banjir, pemogokan, pemilihan umum, dan sebagainya. Meskipun umumnya dianggap bahwa peristiwa-peristiwa demikian menyebabkan variasi-variasi yang hanya berlangsung untuk jangka pendek, namun dapat saja terjadi bahwa peristiwa-peristiwa ini demikian hebatnya sehingga menyebabkan gerakan-gerakan siklis atau hal lain yang baru (Spiegel, 1988).

#### **2.2.6. Logika Fuzzy**

Secara umum logika *fuzzy* adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaannya antara 0 dan 1. Ada beberapa definisi tentang logika *fuzzy*, diantaranya:

- a. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*, mempunyai nilai kontinyu dan logika *fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran (Kusumadewi, 2002).
- b. Logika *fuzzy* adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, dimana logika *fuzzy* adalah cabang teori dari himpunan *fuzzy*, himpunan yang menyesuaikan keambiguan (Vrusias, 2005).
- c. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat” (Zadeh, 1965).
- d. Logika *fuzzy* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik (Synaptic, 2006).

Beberapa alasan digunakannya logika *fuzzy*, antara lain (Kusumadewi dan Purnomo, 2004):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, karena di dalam logika *fuzzy* terdapat konsep matematis sederhana dan mudah dimengerti yang mendasari penalaran *fuzzy*.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.

3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi–fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik–teknik kendali secara konvensional.
6. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.
7. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.

Ada beberapa hal yang menjadi lingkup dari sistem *fuzzy*, yaitu (Kusumadewi dan Purnomo, 2004):

1. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

2. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh:

- Variabel jarak, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:  
DEKAT, SEDANG dan JAUH.

3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat, tiga objek berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh:

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur:  $[0 + \infty)$

- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur:  $[0, 40]$

#### 4. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh :

- MUDA =  $[0, 45]$
- PAROBAYA =  $[35, 55]$
- TUA =  $[45, +\infty)$

#### 2.2.6.1 Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah himpunan-himpunan yang akan dibicarakan pada suatu variabel dalam sistem *fuzzy* (Kusumadewi dan Hartati, 2006). Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi nilai – nilai yang bersifat tidak pasti. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan dapat memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau nol (0), yang berarti suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Sedangkan pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan dan probabilitasnya.

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

- Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: DEKAT, SEDANG, JAUH.
- Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50 dan sebagainya.

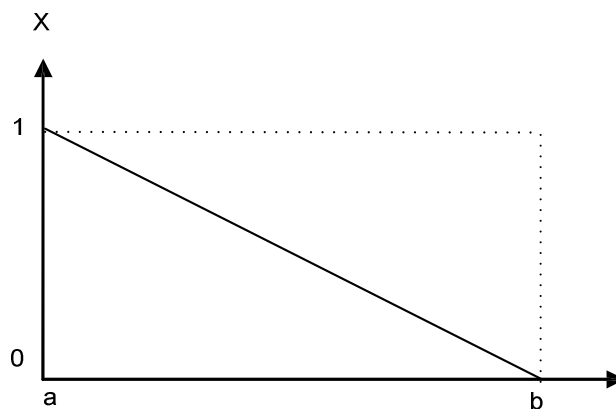
*Fuzzifikasi* merupakan suatu proses untuk mengubah suatu variabel *input* bentuk *crisp* menjadi variabel linguistik dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya masing-masing (Wahyudi, 2005).

### 2.2.6.2. Fungsi derajat keanggotaan *fuzzy*

Fungsi derajat keanggotaan (*membershi function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam derajat keanggotaan yang memiliki *interval* antara 0 sampai 1 (Zimmermann, 1991).

Untuk mendapatkan derajat keanggotaan *fuzzy* digunakan pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan, seperti fungsi linier turun, fungsi linier naik, fungsi segitiga, fungsi trapesium, fungsi-S, fungsi-Z dan fungsi  $\pi$ .

Suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi linier turun jika mempunyai 2 parameter, yaitu  $a, b \in R$ . Pada linier turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah dengan fungsi keanggotaan. Kurva fungsi linier turun diperlihatkan oleh gambar 2.5 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

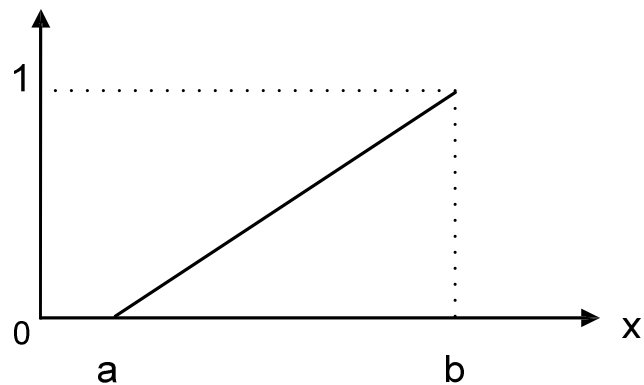


Gambar 2.5 Kurva fungsi linier turun

Fungsi Keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 1 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

Sedangkan suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi *linier* naik jika mempunyai 2 parameter, yaitu  $a, b \in \mathbb{R}$ , dan kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Kurva fungsi linier naik diperlihatkan oleh gambar 2.6 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).



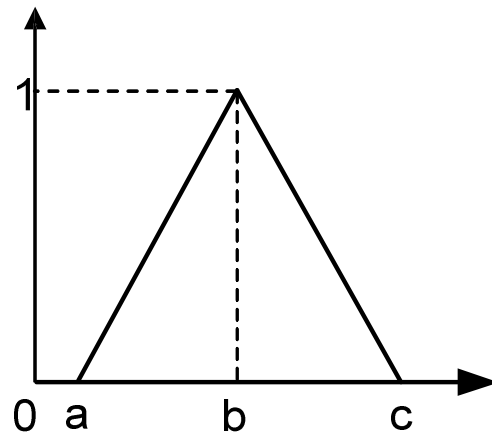
Gambar 2.6 Kurva fungsi *linier* naik

Fungsi keanggotaan naik dirumuskan dengan persamaan 2 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi segitiga jika mempunyai tiga buah parameter, yaitu  $a, b, c \in \mathbb{R}$  yang menentukan koordinat  $x$  dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (*linier*). Kurva fungsi segitiga diperlihatkan oleh gambar 2.7 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).



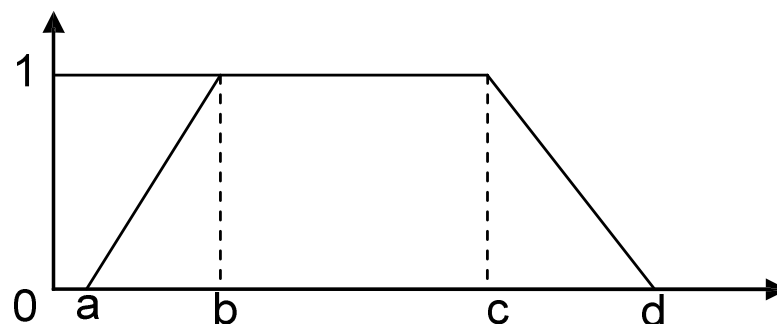


Gambar 2.7 Kurva segitiga

Fungsi keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 3 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

Suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi trapesium jika mempunyai 4 buah parameter ( $a, b, c, d \in \mathbb{R}$ ). Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. dan Kurva fungsi trapesium diperlihatkan oleh gambar 2.8 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

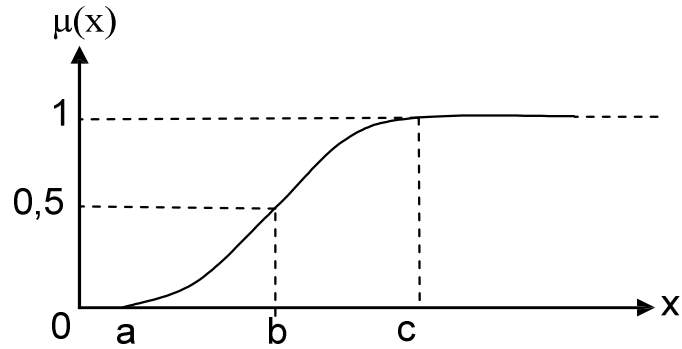


Gambar 2.8 Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan dirumuskan dengan persamaan 4 berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & x \geq d \end{cases} \quad (4)$$

Suatu derajat keanggotaan *fuzzy* disebut derajat keanggotaan fungsi-S Pertumbuhan jika mempunyai 3 buah parameter yaitu  $a, b, c \in \mathbb{R}$  dengan  $a$  adalah nilai keanggotaan nol,  $b$  adalah titik tengah antara  $a$  dan  $c$  dengan  $\mu(b) = 0.5$  (titik infleksi) dan  $c$  adalah nilai keanggotaan lengkap (Mandal et al, 2008), Bentuk kurva fungsi-S Pertumbuhan diperlihatkan oleh gambar 2.9.

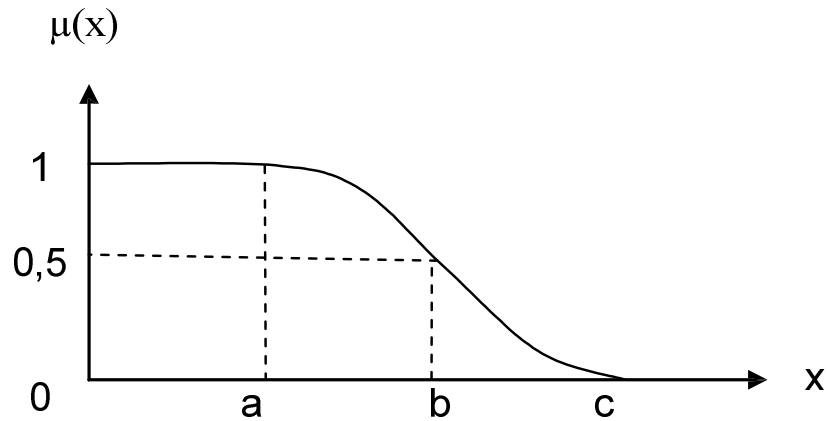


Gambar 2.9 Kurva fungsi-S Pertumbuhan

Fungsi keanggotaan pada kurva-S Pertumbuhan dirumuskan dengan persamaan 5 berikut:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (5)$$

Suatu keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi keanggotaan fungsi-S penyusutan jika mempunyai 3 buah parameter yaitu  $a, b, c \in \mathbb{R}$  dengan  $a$  adalah nilai keanggotaan nol,  $b$  adalah titik tengah antara  $a$  dan  $c$  dengan  $\mu(b) = 0.5$  (titik infleksi) dan  $c$  adalah nilai keanggotaan lengkap (Kusumadewi, 2002), Kurva fungsi S Penyusutan diperlihatkan oleh gambar 2.10.



Gambar 2.10 Kurva fungsi-S Penyusutan

Fungsi keanggotaan pada kurva-S Penyusutan dirumuskan dengan persamaan 6 berikut:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & x \leq \alpha \\ 1 - 2\left(\frac{x - \alpha}{\gamma - \alpha}\right)^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 2\left(\frac{\gamma - x}{\gamma - \alpha}\right)^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (6)$$

### 2.2.6.3. Operator fuzzy

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan disebut dengan *fire strength* atau  $\alpha$ -predikat. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu (Kusumadewi, 2003):

#### 1. Operator NOT

Misalnya A adalah suatu himpunan tegas dalam semesta X, maka komplement dari A, yaitu A'. Operator ini berhubungan dengan operasi komplement pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari satu.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

#### 2. Operator OR

Gabungan dari himpunan-himpunan tegas A dan B dalam semesta X, yaitu  $A \cup B$ . Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi OR diperoleh dengan

mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

### 3. Operator AND

Irisan dari himpunan-himpunan tegas  $A$  dan  $B$  dalam semesta  $X$ , yaitu  $A \cap B$ , Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A [x], \mu_B[y])$$

#### 2.2.6.4. Fungsi implikasi dan inferensi aturan

*Fuzzy inference system (FIS)* adalah suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* dan penalaran *fuzzy* (Kusumadewi dan Hartati, 2006). Secara garis besar, *input* crisp dimasukkan ke FIS. *Input* ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi  $n$  aturan *fuzzy* dalam bentuk *if-then*. Fire strength atau derajat kebenaran akan dicari pada setiap aturan. Jika jumlah aturan lebih dari satu maka dilakukan inferensi dari semua aturan. Untuk mendapatkan nilai crisp sebagai *output* sistem dilakukan defuzzifikasi dari hasil inferensi.

*Conditional fuzzy proposition* merupakan bentuk relasi *fuzzy* yang ditandai dengan penggunaan pernyataan IF, secara umum dituliskan IF T is t THEN U is u (Kusumadewi, 2002).

Menurut Kusumadewi (2002) proposisi yang mengikuti IF disebut *anteseden* sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuensi. Proposisi ini dapat diperluas dengan penghubung *fuzzy*. Secara umum dapat dituliskan IF (T1 is t1)\* (T2 is t2)\*...\*(Tn is tn) THEN (U1 is u1)\* (U2 is u2)\*...\*(Un is un), dengan \* adalah suatu operator OR atau AND.

Suatu proposisi menggunakan bentuk terkondisi maka ada dua fungsi implikasi secara umum yang dapat digunakan, yaitu:

- i) Metode Minimum ( $\alpha$ -cut)

Metode ini akan memotong *output* himpunan *fuzzy*.

ii) Metode *Dot (scaling)*

Metode ini akan menskala *output* himpunan *fuzzy*. Perhitungan metode minimum lebih mudah daripada metode *Dot (scaling)*.

### 2.2.6.5. Penegasan (*Defuzzy*)

*Defuzzyfikasi* merupakan langkah terakhir dalam sistem logika *fuzzy* dimana tujuannya adalah mengkonversi setiap hasil dari *inference engine* yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy set* ke suatu bilangan real. *Input* dari proses *defuzzyfikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai *output*.

### 2.2.7. Peramalan dengan Metode *Fuzzy Time Series (FTS)*

*Fuzzy Time Series (FTS)* adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *fuzzy time series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Pertama kali dikembangkan oleh Song and Chissom pada tahun 1993. Metode ini sering digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan.

#### 2.2.7.1 Definisi *Fuzzy Time Series* oleh Song-Chissom

Beberapa definisi dan teori tentang *fuzzy time series* dari metode yang diajukan Song dan Chissom adalah sebagai berikut:

Definisi 1: Misalkan  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ), subset  $R^1$ , menjadi *universe discourse* dengan *fuzzy set*  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) didefinisikan dan  $F(t)$  adalah kumpulan dari  $f_1(t), f_2(t), \dots$  maka  $F(t)$  disebut *fuzzy time series* didefinisikan pada  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ). Dari definisi tersebut  $F(t)$  dapat dipahami sebagai variabel linguistik dan  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) sebagai nilai kemungkinan linguistik  $F(t)$ . Karena pada waktu yang berbeda, nilai  $F(t)$  dapat berbeda,  $F(t)$  sebagai set dari *fuzzy set*,

adalah fungsi dari waktu  $t$ . Dan *universe discourse* bisa berbeda ditiap waktu. Maka, digunakan  $Y(t)$  untuk pada saat  $t$ .

Definisi 2: Misalkan  $F(t)$  disebabkan oleh  $F(t-1)$  saja, yaitu  $F(t - 1) \rightarrow F(t)$ . Kemudian relasi ini dapat dinyatakan sebagai  $F(t) = F(t - 1) \circ R(t, t-1)$  dengan  $R(t, t-1)$  adalah hubungan *fuzzy* antara  $F(t - 1)$  dan  $F(t)$ , dan  $F(t) = F(t - 1) \circ R(t, t - 1)$  disebut model orde pertama dari  $F(t)$ .

Definisi 3: Misalkan  $R(t, t - 1)$  adalah model orde pertama dari  $F(t)$ . Jika untuk setiap  $t$ ,  $R(t, t - 1)$  adalah *independent*  $t$ , yaitu untuk setiap  $t$ ,  $R(t, t - 1) = R(t - 1, t - 2)$ , maka  $F(t)$  disebut *time-variant fuzzy time series*. Dan begitu juga sebaliknya jika untuk setiap  $t$ ,  $R(t, t - 1)$  adalah *dependent*  $t$ , yaitu untuk setiap  $t$ ,  $R(t, t - 1) = R(t - 1, t - 2)$ , maka  $F(t)$  disebut *time-invariant fuzzy time series*.

Teori 1: Misalkan  $F(t)$  adalah *fuzzy time series*. Jika untuk setiap  $t$ ,  $F(t) = F(t - 1)$  dan  $F(t)$  hanya memiliki elemen terbatas, maka  $F(t)$  adalah *time-variant fuzzy time series*. Penentuan dari  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) adalah subjektif. Ini menyiratkan bahwa dapat didefinisikan *time-invariant* atau *time-variant fuzzy time series* pada *universe* yang sama. Tapi karena penentuan keanggotaan *fuzzy* dari  $f_i(t)$  tidak sewenang-wenang, maka konsep *time-invariant* atau *time-variant fuzzy time series* adalah sangat bermakna.

Teori 2: Jika  $F(t)$  adalah *fuzzy time series*,  $F(t) = F(t - 1)$  untuk setiap  $t$  dan  $F(t)$  hanya memiliki elemen terbatas  $f_i(t)$  ( $i = 1, \dots, n$ ), maka:

$$R(t, t - 1) = f_{i1}(t - 1) \times f_{j1}(t) \cup f_{i2}(t - 2) \times f_{j2}(t - 1) \cup \dots \cup f_{im}(t - m) \times f_{jm}(t - m + 1)$$

Dengan  $m > 0$  dan semua pasang *fuzzy set* berbeda.

### 2.2.7.2. Definisi Fuzzy Time Series oleh Singh

Beberapa definisi dan teori tentang *fuzzy time series* dari metode yang diajukan Singh adalah sebagai berikut:

Definisi 1: Sebuah *fuzzy set* adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan rangkaian kesatuan (*continuum*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan  $U$  adalah himpunan semesta dengan  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$  dengan  $u_i$

adalah nilai anggota dari U, kemudian variabel linguistik  $A_i$  terhadap U dapat dirumuskan dengan persamaan 7 berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (7)$$

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

Definisi 2: Misalkan  $Y(t)(t = \dots, 0, 1, 2, 3, \dots)$  adalah subset dari R yang merupakan himpunan semesta dari *fuzzy set*  $f_i(t)(t = 1, 2, 3, \dots)$  dirumuskan dan  $F(t)$  adalah kumpulan dari  $f_i$ , maka  $F(t)$  dirumuskan sebagai *fuzzy time series* pada  $Y(t)$ .

Definisi 3: Andaikan  $F(t)$  adalah disebabkan hanya oleh  $F(t-1) \rightarrow F(t)$ , maka ada hubungan *fuzzy* antara  $F(t)$  dan  $F(t-1)$  dan dapat dinyatakan dalam persamaan *fuzzy relation* yang dirumuskan dengan persamaan 8 berikut:

$$F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1) \quad (8)$$

Tanda “o” adalah operator komposisi max-min. Relation R disebut sebagai model orde pertama dari  $F(t)$ . Jika *fuzzy relation*  $R(t, t-1)$  dari  $F(t)$  adalah tidak tergantung waktu t, dapat dikatakan untuk perbedaan waktu  $t_1$  dan  $t_2$ ,  $R(t_1, t_2-1) = R(t_2, t_2-1)$ , maka  $F(t)$  disebut *time-invariant fuzzy time series*.

Definisi 4: Jika  $F(t)$  disebabkan oleh lebih kecil dari beberapa *fuzzy sets*  $F(t-n)$ ,  $F(t-n+1)$ ,  $\dots, F(t-1)$ , maka *fuzzy relationship*-nya diwakili oleh:

$$A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{in} \rightarrow A_{ij}$$

Dengan  $F(t-n) = A_{i1}$ ,  $F(t-n+1) = A_{i2}, \dots, F(t-1) = A_{in}$ , hubungan ini disebut *nth-order fuzzy time series model*.

Definisi 5: Misalkan  $F(t)$  disebabkan oleh sebuah  $F(t-1)$ ,  $F(t-2)$ ,  $\dots$ , dan  $F(t-m)$  ( $m > 0$ ) secara simultan dan hubungannya adalah *time variant*.  $F(t)$  dikatakan *time-variant fuzzy time series* dan hubungan ini dapat dinyatakan sebagai persamaan *fuzzy relation* yang dirumuskan dengan persamaan 9 berikut:

$$F(t) = F(t-1) \circ R^w(t, t-1) \quad (9)$$

Dengan  $w > 1$  adalah parameter waktu yang mempengaruhi peramalan  $f(t)$ . Berbagai metode-metode komputasi sulit telah tersedia untuk komputasi berhubungan terhadap  $R^w(t, t - 1)$ .

### 2.2.8. Pengukuran Peramalan

Dalam menghitung error peramalan digunakan MAPE (*Means Absolute Percentage Error*). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan nilai tengah kesalahan persentase absolute dari suatu peramalan yang dirumuskan dengan persamaan 10.

$$|X| = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t}}{n} \quad (10)$$

Keterangan:

$X_t$  = Nilai data periode ke-t

$F_t$  = Ramalan periode ke-t

$n$  = Banyaknya data

### 2.2.9. Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah dua atau lebih komputer yang saling terhubung, bisa berbagi pakai file (*data, software*) dan peralatan (*modem, scanner, CDROM, dll*) jaringan pada beberapa lokasi (*email, link, video conferences*). Komponen jaringan meliputi:

1. Minimal ada 2 komputer
2. Antar muka jaringan pada setiap komputer (NIC atau *adapter*)
3. Media koneksi (kabel, gelombang radio, dll)
4. OS jaringan
5. Antar muka jaringan yang disebut NIC (*Network Interface Card*), berupa *Adapter Card, PC Card* atau *Compact Flash Card* yang menyebabkan komputer atau peralatan bisa terhubung ke jaringan.



### 2.2.9.1. *Local Area Network (LAN)*

LAN merupakan jaringan yang meliputi area geografis yang relatif kecil. LAN dicirikan dengan kecepatan data yang relatif tinggi dan *error* yang relatif rendah. LAN menghubungkan *workstation*, perangkat jaringan, terminal, dan perangkat lain dalam *area* yang terbatas. LAN dimiliki oleh pengguna dan tidak dioperasikan lewat sambungan sewa, meskipun LAN mungkin saja memiliki pintu gerbang ke PSTN atau jaringan swasta lainnya (Trimantaraningsih, 2008).

### 2.2.9.2. *Internet*

*Internet* merupakan singkatan dari *Interconnected Networking*, yang berarti suatu jaringan komputer yang terhubung dengan luas. *Internet* berasal dari sebuah jaringan komputer yang dibuat pada tahun 1970-an yang terus berkembang sampai sekarang menjadi jaringan dunia yang sangat luas. Jaringan tersebut diberi nama ARPANET, yaitu jaringan yang dibentuk oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Kemudian, jaringan komputer tersebut diperbaharui dan dikembangkan sampai sekarang dan menjadi tulang punggung global untuk sumber daya informasi yang disebut *internet*. (<http://puskom.petra.ac.id>)

- Jenis Koneksi *Internet* :
  - User pribadi: mempergunakan Koneksi *dial-up modem* (menggunakan *line* telepon).
  - User institusi/*corporate*:
    - Koneksi *dial-up Analog/Digital (ISDN)*.
    - Koneksi *leased-line* (permanen).
    - Koneksi VSAT (*Very Small Arpperture Terminal*).
- Alamat di *Internet*:
  - *IP address*: terdiri atas 4 angka 8 bit  
Contoh: untuk *IP address server MATT* adalah 202.43.253.9
  - *Domain name*: *host.domain*  
Contoh: *matt.petra.ac.id*
  - *User address*:  
Contoh: *dinsetia@matt.petra.ac.id*

[dinsetia merupakan login], [matt merupakan *host*], [petra.ac.id merupakan *domain*, dimana ac menandakan *academic* dan id menandakan negara Indonesia].

ISP (*Internet Service Provider*) adalah badan usaha yang menyediakan fasilitas koneksi ke *internet*. *Server* atau *Host* adalah suatu mesin komputer yang tugasnya melayani segala aktifitas dan aplikasi *internet*. *Login* atau *user id* merupakan tanda/*e-mail address* yang menandakan orang tersebut sudah terdaftar di *server* tersebut.

*Password* merupakan bagian dari pengamanan pada sistem di *internet*.

- Fasilitas *Internet*:
  - Akses komputer jarak jauh (*remote login*).
  - Komunikasi dengan pemakai lain:
    - *Off-line*: surat elektronik (*e-mail*), *mailing list*, *newsgroup*
    - *On-line*: *talk*, IRC (*Internet Relay Chat*), *Internet Phone*, *Netmeeting*.
  - *Telnet*
  - Akses Informasi
    - WWW (*World Wide Web*), *search (surfing)*, *download*.
    - Pemandahan Berkas/*File Transfer Protocol (FTP)*.
    - Mencari lokasi suatu file (*Archie*).

### 2.2.9.3. *Bandwidth*

*Bandwidth* adalah suatu ukuran rentang frekuensi maksimum yang dapat mengalir data dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu waktu tertentu (Hekmat and Sharam, 2005). *Bandwidth* dapat dipakaikan untuk mengukur baik aliran data analog maupun aliran data digital. Satuan yang dipakai untuk *bandwidth* adalah *bits per second* atau sering disingkat sebagai bps. Seperti kita tahu bahwa bit atau *binary digit* adalah basis angka yang terdiri dari angka 0 dan 1. Satuan ini menggambarkan seberapa banyak bit (angka 0 dan 1) yang dapat mengalir dari satu tempat ke tempat yang lain dalam setiap detiknya melalui suatu media.

*Bandwidth* adalah konsep pengukuran yang sangat penting dalam jaringan, tetapi konsep ini memiliki kekurangan atau batasan, tidak peduli bagaimana mengirimkan informasi maupun media apa yang dipakai dalam penghantaran informasi. Ini akan menyebabkan batasan terhadap panjang media yang dipakai, kecepatan maksimal yang dapat dipakai, mau pun perlakuan khusus terhadap media yang dipakai, Karena faktor distorsi, *bandwidth* dan *rate* data biasanya berbanding terbalik dengan jarak komunikasi. Sedangkan batasan terhadap perlakuan atau cara pengiriman data misalnya adalah dengan pengiriman secara paralel (*synchronous*), serial (*asynchronous*), perlakuan terhadap media yang spesifik seperti media yang tidak boleh ditekuk (serat optis), pengirim dan penerima harus berhadapan langsung (*line of sight*), kompresi data yang dikirim.

*Bandwidth internet* disediakan oleh *provider internet* dengan jumlah tertentu tergantung sewa pelanggan. Adanya QoS dapat diatur agar user tidak menghabiskan *bandwidth* yang di sediakan oleh *provider*. *Bandwidth* mempresentasikan jarak keseluruhan atau jangkauan di antara sinyal tertinggi dan terendah pada kanal (*band*) komunikasi. Pada dasarnya *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kapasitas, umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik, meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung pada faktor-faktor lain, misalnya *latency* yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi.

#### **2.2.9.4. Gateway dan Router/Routing**

*Gateway* adalah perangkat keras dan perangkat lunak interkoneksi jaringan yang beroperasi pada layer Aplikasi. *Gateway* adalah protokol konverter yang menghubungkan dua jaringan yang arsitektur berbeda (Hekmat and Sharam, 2005). *Gateway* melakukan operasi konversi protokol dalam suatu spektrum yang luas dari fungsi-fungsi komunikasi (Trimantaraningsih, 2008).

*Router* adalah perangkat keras yang memfasilitasi transmisi paket data melalui jaringan komputer. Sebuah *router* adalah konverter protokol yang menghubungkan dua jaringan yang arsitektur sama (Hekmat and Sharam, 2005).

Fungsi *router* adalah sebagai penghubung antara dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. *Router* berbeda dengan *switch*. Sebagai ilustrasi perbedaan fungsi *router* dan *switch* adalah *switch* merupakan sebuah jalan, dan *router* merupakan penghubung antar jalan. Masing-masing rumah berada pada jalan yang memiliki alamat dalam suatu urutan tertentu. Dengan cara yang sama, *switch* menghubungkan berbagai macam alat, dimana masing-masing alat memiliki alamat IP sendiri pada sebuah LAN. *Routing* adalah proses membawa paket data dari satu *host* ke *host* yang lain tetapi berbeda *subnet*. *Router* merupakan perangkat yang menjembatani dua jaringan.

*Router* sangat banyak digunakan dalam jaringan berbasis teknologi protokol TCP/IP, dan *router* jenis itu disebut juga dengan *IP Router*. Selain *IP Router*, ada lagi *AppleTalk Router*, dan masih ada beberapa jenis *router* lainnya. *Internet* merupakan contoh utama dari sebuah jaringan yang memiliki banyak *router IP*. *Router* dapat digunakan untuk menghubungkan banyak jaringan kecil ke sebuah jaringan yang lebih besar, yang disebut dengan *internetwork*, atau untuk membagi sebuah jaringan besar ke dalam beberapa *subnetwork* untuk meningkatkan kinerja dan juga mempermudah manajemennya. *Router* juga kadang digunakan untuk mengoneksikan dua buah jaringan yang menggunakan media yang berbeda (seperti halnya *router wireless* yang pada umumnya selain ia dapat menghubungkan komputer dengan menggunakan radio, juga mendukung penghubungan komputer dengan kabel UTP), atau berbeda arsitektur jaringan, seperti halnya dari *Ethernet* ke *Token Ring*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Bahan Penelitian**

Bahan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian dalam pembuatan aplikasi prediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer Politeknik Negeri Sriwijaya dengan metode *fuzzy time series* Song-Chissom dan Singh adalah data histori penggunaan *bandwidth* pada jaringan komputer Politeknik Negeri Sriwijaya.

#### **3.2. Alat Penelitian**

Alat penelitian yang digunakan dalam proses penelitian ini antara lain sebagai berikut:

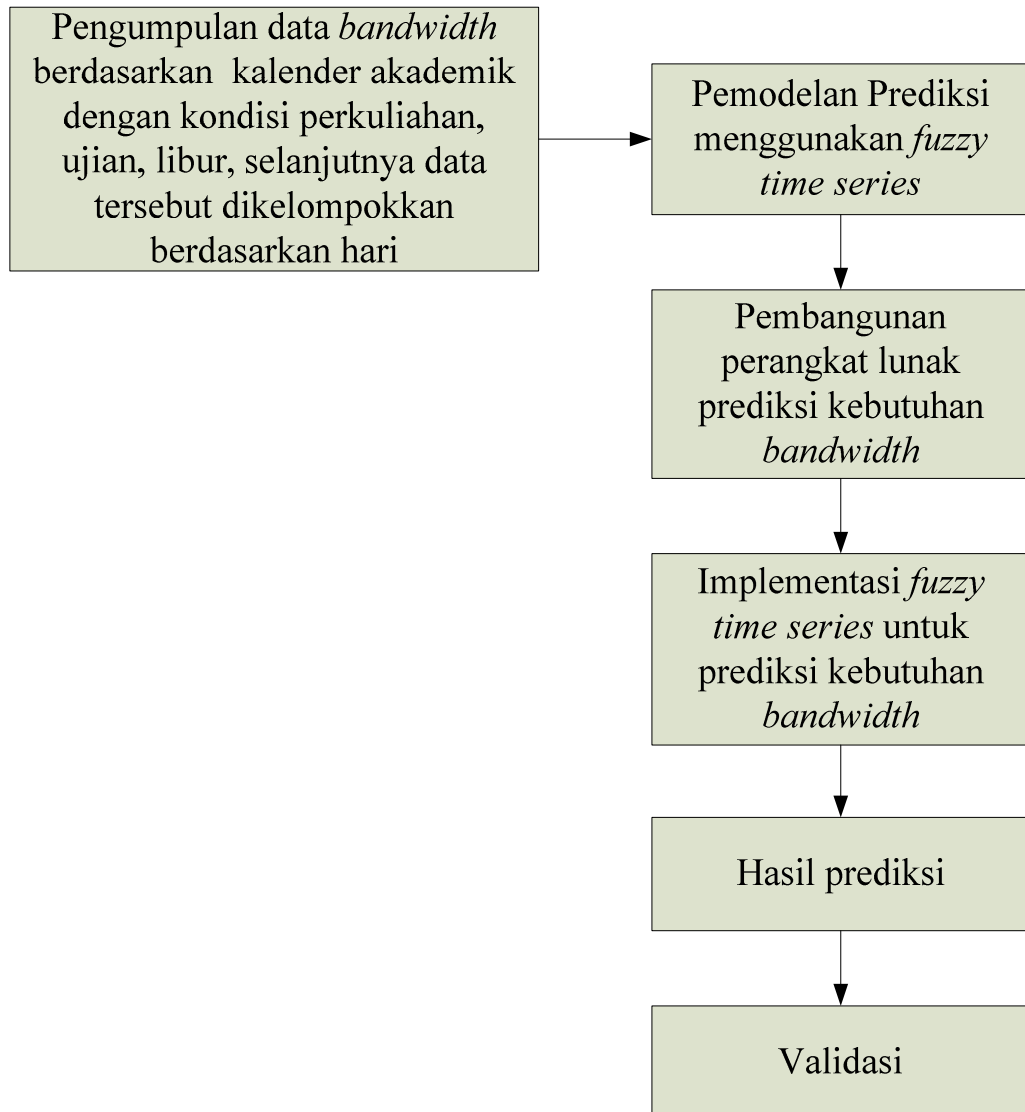
1. Perangkat keras (*hardware*) adalah peralatan dalam komputer yang secara fisik dapat dilihat. Dalam sistem komputer, perangkat keras dapat dibagi dalam empat bagian, yaitu unit masukan, unit keluaran, unit pengolah dan unit penyimpanan. Dalam pembangunan sistem ini, spesifikasi minimum perangkat keras yang digunakan adalah: *RAM 1GB, Prosesor intel Core 2 Duo, HDD 320 GB, Keyboard, Monitor, Mouse*.
2. Perangkat lunak dalam sistem komputer merupakan serangkaian perintah dengan aturan tertentu yang mengatur operasi perangkat keras. Perangkat lunak terdiri atas tiga bagian yaitu sistem operasi, bahasa pemrograman dan program aplikasi yang merupakan faktor penunjang dari sistem komputer. Perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah: *Borland C# dan microsoft excel*.

#### **3.3. Jalan Penelitian**

Proses pembuatan sistem prediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer dengan metode *Fuzzy Time Series* Song-Chissom dan Singh diterangkan pada penjelasan sebagai berikut:

### 3.3.1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian peramalan kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian peramalan kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer

Berikut ini penjelasan prosedur penelitian peramalan kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer yang telah digambarkan pada gambar 3.1.

## 1. Pengumpulan Data *Bandwidth*

Data penggunaan *bandwidth* diperoleh dari administrator jaringan komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya. Data yang di ambil berupa data histori trafik yang disediakan. Data yang diambil dan dikumpulkan dikelompokkan berdasarkan kalender akademik yaitu dengan kondisi kuliah, ujian dan libur. Selanjutnya data yang sudah dikelompokkan dengan kondisi kuliah, ujian dan libur dikelompokkan lagi berdasarkan hari. Data yang diambil adalah data histori dari data harian yaitu: hari senin, selasa, rabu, kamis, jumat dan sabtu dimulai dari pukul 07:00wib s/d 18:00wib . Dari data yang diperoleh tersebut digunakan sebagai data *input* untuk penelitian dengan menggunakan *Fuzzy Time Series*. Pengelompokkan data diperlukan agar peramalan dilakukan sesuai dengan kondisi kalender akademik Politeknik Negeri Sriwijaya yaitu peramalan kondisi perkuliahan, ujian semester dan libur.

Untuk validasi, data yang diperoleh dikumpulkan dan dipisahkan menjadi 2 bagian, bagian pertama dipergunakan untuk prediksi dengan metode *fuzzy time series* dan bagian ke 2 dipergunakan untuk menguji unjuk kerja *fuzzy time series* yaitu untuk menguji apakah metode yang digunakan menghasilkan *output* sesuai dengan target.

Berdasarkan kalender akademik data yang dapat dikumpulkan adalah data kuliah jumlah total 7 minggu dari tanggal 7 Nopember 2011 – 24 Desember 2011, data 6 minggu digunakan untuk prediksi dan data minggu ke-7 untuk validasi, untuk data ujian dan libur jumlah total 3 minggu, data 2 minggu digunakan untuk prediksi dan data 1 minggunya digunakan untuk validasi. Semakin banyak data yang dapat diperoleh. Semakin baik dapat menyelesaikan masalahnya.

## 2. Pemodelan prediksi menggunakan *fuzzy time series*

Merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy time series*. Adapun tahapan-tahapan dari *fuzzy time series* didasarkan pada deret waktu historis, yaitu:

- a. Menentukan himpunan semesta (*universe of discourse*) dan membaginya ke dalam interval yang panjangnya sama. Pada tahap ini dicari nilai minimum dan maksimum dari data aktual *bandwidth* ( $U = [\min, \max]$ ) yang akan dijadikan sebagai himpunan semesta data aktual. Dari data aktual *bandwidth* diperoleh nilai maks dan min seperti pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Data *Bandwidth*

| Data <i>bandwidth</i> | Nilai maks <i>bandwidth</i> | Nilai min <i>bandwidth</i> | Banyak data | <i>Fuzzy set</i> |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------------|
| Kuliah                | 26164000                    | 66800                      | 432         | 401              |
| Ujian                 | 7906674                     | 123893                     | 144         | 121              |
| Libur                 | 30395192                    | 50722                      | 144         | 467              |

- b. Pemisahan *universe discourse* ke interval dengan panjang yang sama:  $u_1, u_2, \dots, u_m$ . Jumlah interval yang akan sesuai dengan jumlah variabel linguistik (*fuzzy set*)  $A_1, A_2, \dots, A_m$  harus diperhatikan. Besar interval yang digunakan untuk kondisi kuliah  $h = 65243$ , kondisi ujian  $h = 6456$  dan libur = 65116.
- c. Membangun *fuzzy set*  $A_i$  sesuai dengan interval di langkah 2 dan menerapkan aturan keanggotaan segitiga (*triangular membership*) untuk setiap interval di setiap *fuzzy set* yang dibangun. Atau dengan kata lain Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada himpunan semesta. Tahap ini mengubah himpunan semesta yang telah terbagi dan masih berupa himpunan bilangan *crisp* menjadi himpunan *fuzzy* berdasarkan interval. Adapun nilai *fuzzy set*  $A_1 = 66800$ ,  $A_2 = 66800 + h$ ,  $A_3 = 66800 + 2h, \dots, A_{401} = 66800 + 400h$  untuk kondisi kuliah dan untuk jumlah *fuzzy set* masing-masing kondisi ujian dan libur dapat di lihat pada tabel 3.1.
- d. *Fuzzifikasi* data historis dan menetapkan hubungan logika *fuzzy*. Melakukan *fuzzifikasi* pada data historis. Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis, dengan nilai keanggotaan 0 sampai 1. Nilai keanggotaan ini diperoleh dari fungsi keanggotaan yg telah dibuat sebelumnya. Selanjutnya perhitungan *fuzzy* dan menetapkan hubungan logika *fuzzy* dengan aturan:



Jika  $A_i$  adalah produksi *fuzzy* hari  $n-1$  dan  $A_j$  adalah produksi hari *fuzzifikasi*  $n$ , maka hubungan logis *fuzzy* dinyatakan sebagai  $A_i \rightarrow A_j$ ,  $A_i$  adalah keadaan saat ini dan  $A_j$  adalah keadaan berikutnya. *Rule = current state  $\rightarrow$  next state.*

- e. Memilih orde dan model basis ( $w$ ) yang paling sesuai dan menghitung operasi *fuzzy*. Tahap ini menentukan nilai hasil inferensi *fuzzy* berdasarkan model basis( $w$ ) dengan rumus :

$$r(\text{MBF})^{w+1} = \frac{\text{MBF}_1 + \text{MBF}_2 + \dots + \text{MBF}_w}{w} \quad (11)$$

Orde yang digunakan adalah orde 12 untuk metode *fuzzy time series* Song-Chissom dan Singh. Sedangkan model basis yang digunakan adalah model basis 6 digunakan untuk data *bandwidth* pada kondisi kuliah, model basis 2 digunakan untuk data *bandwidth* pada kondisi ujian dan libur untuk masing-masing metode *fuzzy time series* Song-Chissom dan Singh.

- f. *Defuzzifikasi* data

Melakukan *defuzzifikasi output* yang diramalkan. Tahap ini menentukan nilai hasil prediksi yang berupa nilai *crisp* dengan metode *defuzzifikasi* COG (*Center of Gravity*) untuk metode Song-Chissom dengan rumus:

$$y = \frac{A_1 * c_1 + A_2 * c_2}{A_1 + A_2} \quad (12)$$

$$v = r(\text{NS}) * A_1 + r(\text{NM}) * A_2 + \dots + r(\text{PB}) * A_7$$

$$F_i = y + v$$

Sedangkan untuk metode Singh *defuzzifikasi* diambil dari hasil FLRG (*Fuzzy Logic Relation Group*). *Fuzzy relationship*nya diwakili oleh:

$$A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow A_j$$

3. Model proses yang digunakan dalam pembangunan perangkat lunak ini adalah model sekuensial linier atau disebut juga dengan model air terjun

(*waterfall*). Model sekuensial linier meliputi aktivitas sebagai pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Model Sekuensial linier

a. Analisis

Tahap ini merupakan tahapan menganalisa hal-hal yang diperlukan dalam pelaksanaan pembuatan perangkat lunak.

b. Desain

Tahap penerjemahan dari data yang dianalisis ke dalam bentuk yang mudah dimengerti oleh pengguna.

c. *Coding*

Tahap penerjemah data atau pemecahan masalah yang telah dirancang ke dalam bahasa pemrograman tertentu.

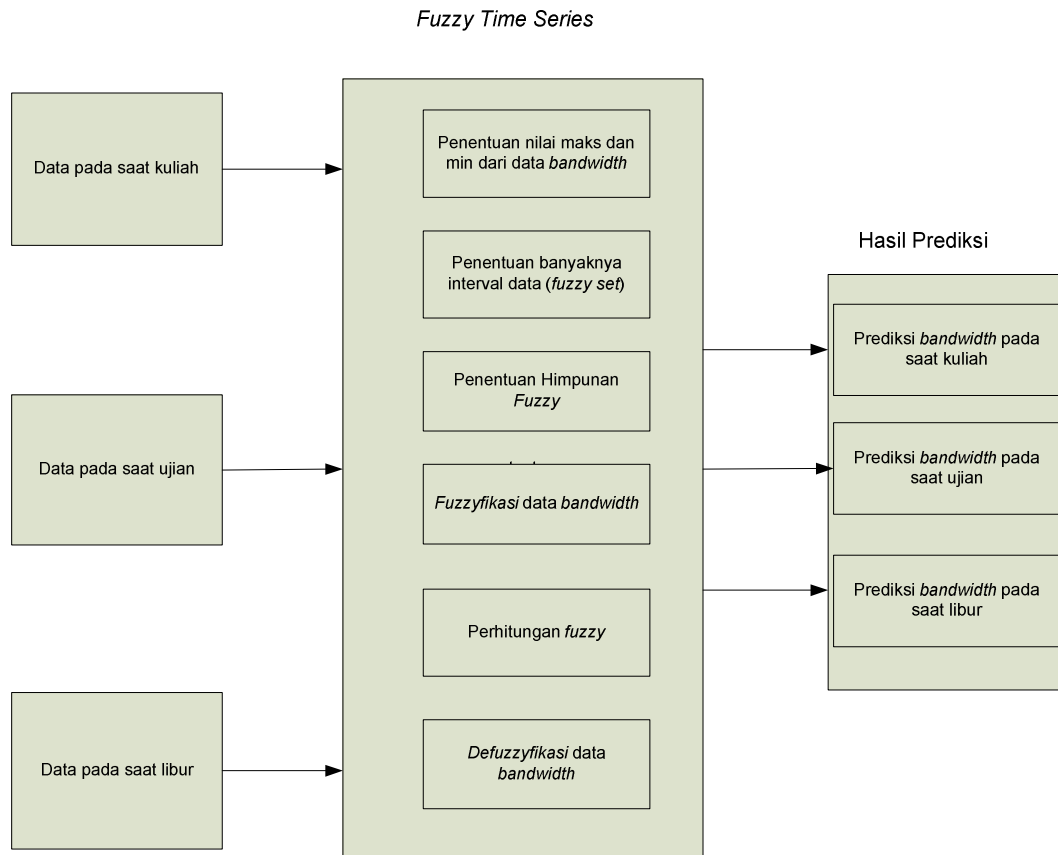
d. *Testing*

Merupakan tahapan pengujian terhadap perangkat lunak yang dibuat

e. *Maintenance*

Tahap akhir dimana suatu perangkat lunak yang sudah selesai dapat mengalami perubahan-perubahan atau penambahan sesuai kebutuhan.

Sedangkan untuk arsitektur sistem *fuzzy time series* dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut:

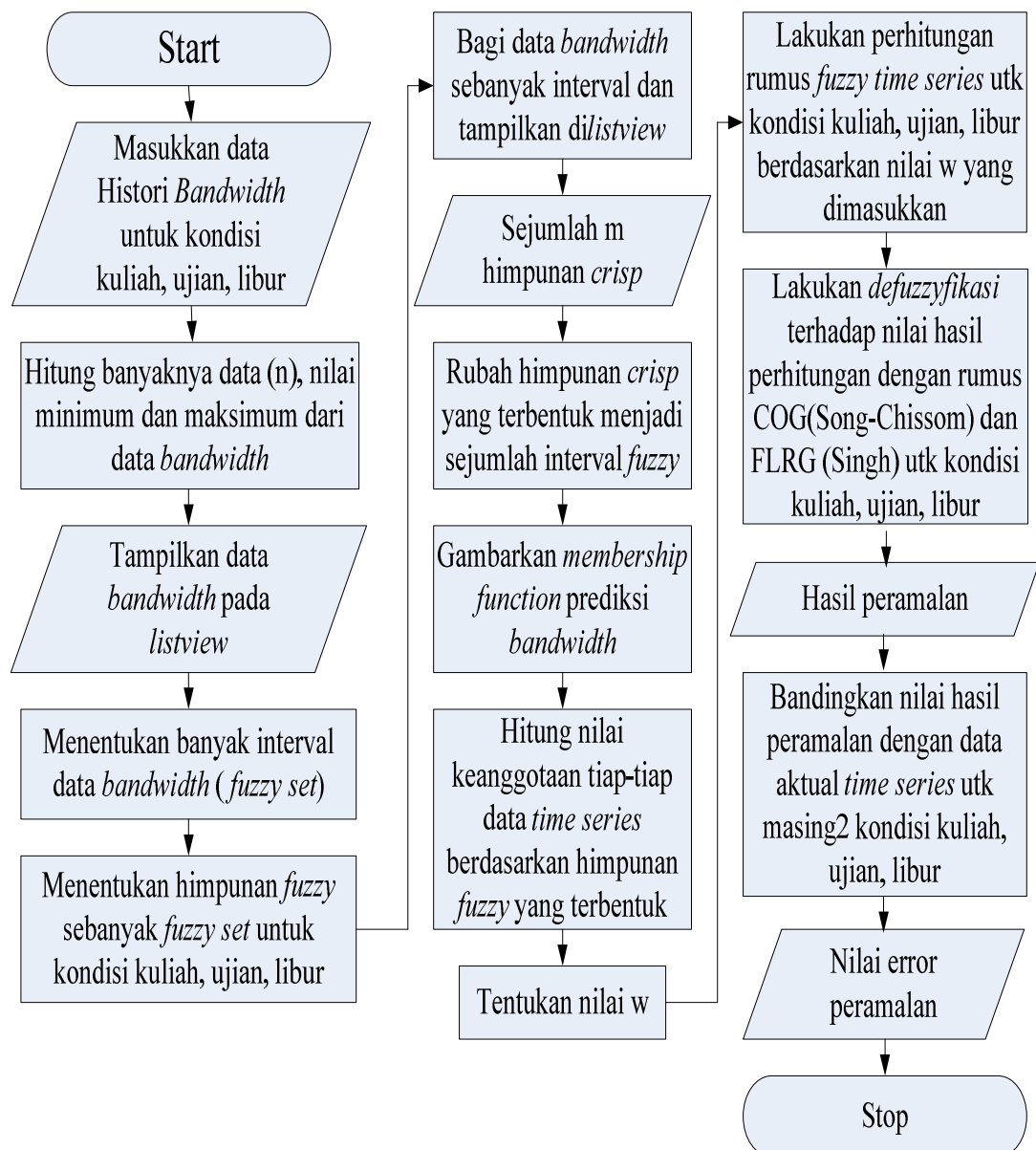


Gambar 3.3 Arsitektur Sistem *Fuzzy Time Series*

4. Tahap implementasi sistem (*system implementation*) adalah tahap meletakkan sistem supaya siap dioperasikan. Kegiatan implementasi dilakukan dengan dasar kegiatan yang telah direncanakan dalam kegiatan implementasi antara lain: pemilihan dan pelatihan data, instalasi *hardware* dan *software*, pengetesan program, pengetesan sistem. Pelatihan personil dilakukan untuk mengoperasikan sistem, termasuk kegiatan mempersiapkan *input*, memproses data, mengoperasikan sistem, merawat dan menjaga sistem. Hasil akan didapatkan hasil prediksi *bandwidth*, yang merupakan perbandingan antara data *real* dan data prediksi.
5. Hasil dari penelitian yang berupa hasil prediksi *bandwidth* untuk masing-masing kondisi kuliah, ujian dan libur.

### 3.4. Sistem Perangkat Lunak

Pada implementasi *software* untuk menjalankan *software* sistem peramalan kebutuhan *bandwidth* menggunakan program Borland C#. *Flowchart* Perangkat Lunak Peramalan dengan *Fuzzy Time Series* ditunjukkan pada gambar 3.4 di bawah ini:



Gambar 3.4 *Flowchart* Perangkat Lunak Peramalan dengan *Fuzzy Time Series*

### 3.5. Perancangan Antarmuka

Perancangan antar muka merupakan rancangan pengelolaan informasi pada suatu sistem. Perancangan ini dibuat sebagai gambaran/bahan dari suatu program/aplikasi yang akan dibangun. Rancangan antarmuka yang dibangun sebagai berikut:

#### 3.5.1. Rancangan Antarmuka Tampilan Utama

| Prediksi <i>Bandwidth</i> Menggunakan FTS   |                                  |                  |                    |                          |                      |              |
|---|----------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|--------------|
| <i>Home</i>   | Data Histori<br><i>Bandwidth</i> | <i>Fuzzy</i> Set | <i>Fuzzyfikasi</i> | Perhitungan <i>Fuzzy</i> | <i>Defuzzifikasi</i> | <i>Graph</i> |
| <br><br>Aryanti<br>Universitas Diponegoro<br>Semarang |                                  |                  |                    |                          |                      |              |

Gambar 3.5 *Form Menu* Tampilan Utama

Keterangan:

1. *Menu Home* berisi informasi mengenai judul penelitian, logo dan identitas
2. *Menu Data histori bandwidth* berisi *form* pelatihan Pilih Data dan informasi data. *Form* Pilihan Data terdiri dari tiga pilihan data, yaitu data kuliah, data ujian dan data libur, sedangkan *form* Informasi data terdiri dari lima kolom tampilan yaitu banyaknya data, nilai minimal, nilai maksimal, banyaknya *fuzzy set* dan *universe of discourse*.
3. *Menu Fuzzy Set* berisi tampilan grafik himpunan *fuzzy* dan tampilan nilai numerik dan linguistik himpunan *fuzzy*.
4. *Menu Fuzzyfikasi* berisi tampilan tabel nilai keanggotaan dari data histori dan tabel hasil fuzzifikasi

5. *Menu* Perhitungan *Fuzzy* berisi kolom pilihan orde untuk metode Singh dan informasi nilai basis untuk metode Song- Chissom, dan tombol *start* untuk menampilkan hasil perhitungan *fuzzy* dengan basis 6, tabel *fuzzy logic relation* dan tabel *fuzzy logic relation group*
6. *Menu Defuzzifikasi* terdapat 2 tombol *start* dan tampilan tabel hasil peramalan.
7. *Menu* Grafik untuk menampilkan grafik hasil peramalan dan target.

### 3.5.2. Rancangan Antarmuka *Input Data Histori Bandwidth*

Gambar 3.6 *Form Menu* Antarmuka *Input Data Histori Bandwidth*

Keterangan:

1. Pada kolom *Pilih Data* terdapat tiga pilihan kondisi yang harus dipilih salah satu, yaitu *Data kuliah*, *Data ujian* dan *Data libur*.
2. Pada *form* *Informasi Data* terdapat lima kolom tampilan yang akan menampilkan nilainya setelah data pada kolom pilihan data dipilih, adapun tampilan yang ada pada *form* informasi yaitu: banyaknya data, nilai minimal, nilai maksimal, banyaknya *fuzzy set* dan *universe of discourse*.

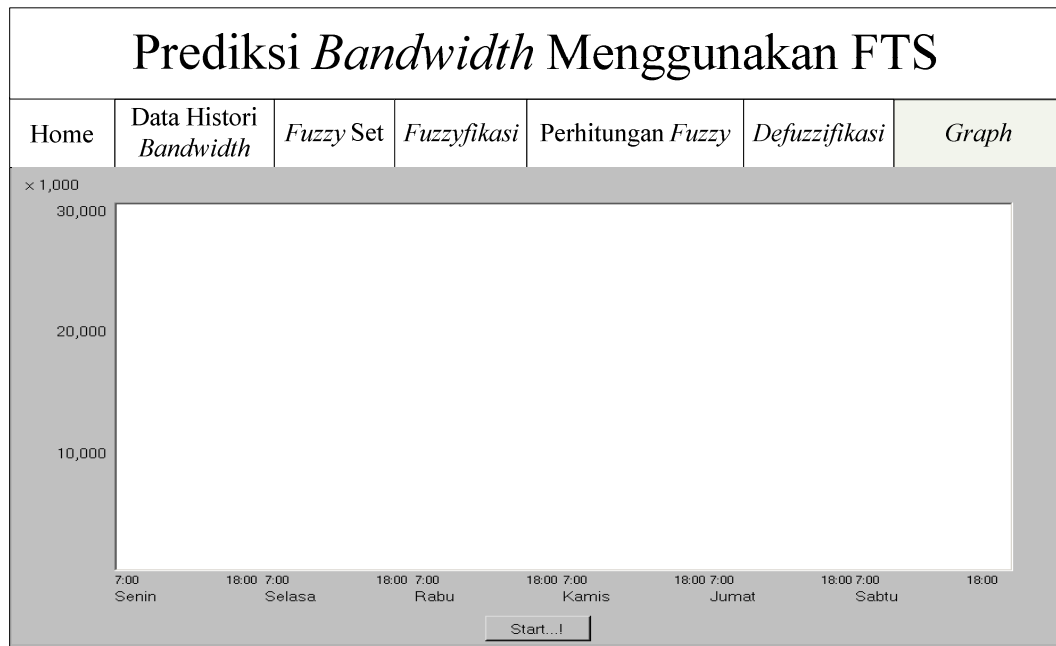








### 3.5.7. Rancangan Antarmuka *Graph*



Gambar 3.11 *Form Menu* Antarmuka *Graph*

Keterangan:

1. *Menu Graph* berisi tombol *start* untuk menampilkan hasil peramalan dengan metode Singh dan metode Song-Chissom serta data aktual dalam bentuk *graph*.
2. Pada tampilah menghasilkan tampilan hasil peramalan dengan metode Singh dan tampilan hasil peramalan dengan metode Song-Chissom serta data aktual dalam bentuk *graph*.