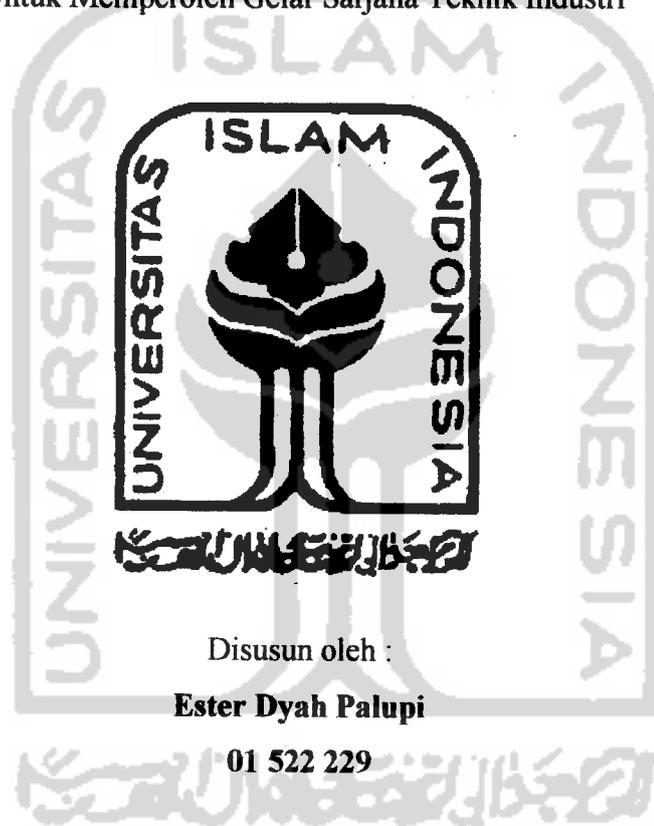


**SISTEM INFERENSI FUZZY  
UNTUK MENENTUKAN JUMLAH TELLER DENGAN  
METODE MAMDANI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri



Disusun oleh :

**Ester Dyah Palupi**

01 522 229

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2007**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**SISTEM INFERENSI FUZZY**  
**UNTUK MENENTUKAN JUMLAH TELLER DENGAN**  
**METODE MAMDANI**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Ester Dyah Palupi  
No. Mahasiswa : 01 522 229

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai**  
**Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana**  
**Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**  
**Universitas Islam Indonesia**

Jogjakarta, 28 Mei 2007

Tim Penguji,

Agus Mansur, ST., M.Eng.Sc.

Ketua

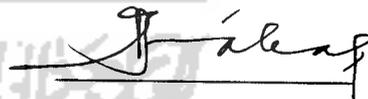
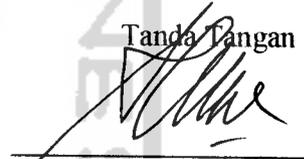
Ir. Huda, MM.

Anggota

Ir. Ali Parkhan, MT.

Anggota

Tanda Tangan :

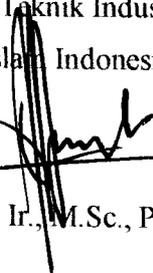


Mengetahui,



Ketua Jurusan Teknik Industri  
Universitas Islam Indonesia

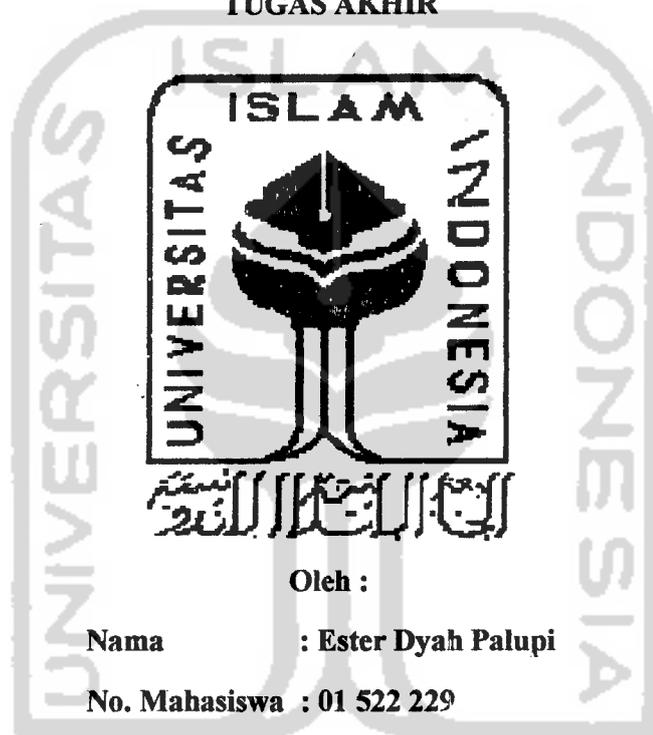
(Muhammad Saleh, Ir., M.Sc., Ph.D.)



**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**SISTEM INFERENSI FUZZY UNTUK**  
**MENENTUKAN JUMLAH TELLER DENGAN**  
**METODE MAMDANI**

**TUGAS AKHIR**



Oleh :

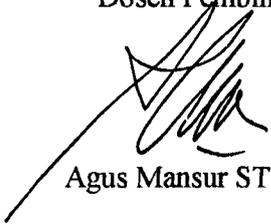
Nama : Ester Dyah Palupi

No. Mahasiswa : 01 522 229

Jogyakarta, 12/5 - 2007

Mengetahui,

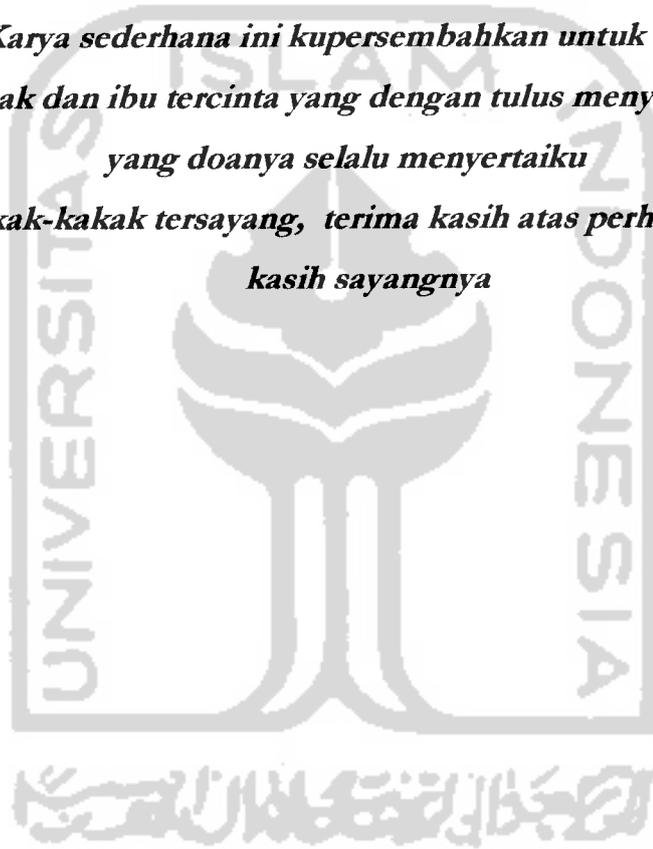
Dosen Pembimbing

  
Agus Mansur ST. M.Eng

## PERSEMBAHAN

*Karya sederhana ini kupersembahkan untuk :*

- 1. Bapak dan ibu tercinta yang dengan tulus menyayangiku,  
yang doanya selalu menyertaiku*
- 2. Kakak-kakak tersayang, terima kasih atas perhatian dan  
kasih sayangnya*



## MOTTO

*"Barang siapa yang mengerjakan kebaikan sebesar zarah pun maka  
Niscaya dia akan melihat (balasan)nya dan barang siapa yang mengerjakan  
kejahatan seberat zarah pun niscaya dia akan melihat (balasannya)nya pula"*

(QS. Al Zalzalah : 7-8)

*"Dari kebodohan kita membuat kesalahan besar dan dari  
Kesalahan-kesalahan kita belajar"*

(Ali bin Abu Tholib r.a)

وَمَا كُنَّا بِمُعْجِزِينَ لَكَ مِنْ شَيْءٍ

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta salam dan shalawat penulis sampaikan kepada Nabi besar kita Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul **SISTEM INFERENCE FUZZY UNTUK MENENTUKAN JUMLAH TELLER DENGAN METODE MAMDANI.**

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan (S1) Jurusan Teknik Industri di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya, sehingga baik langsung maupun tidak langsung turut membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian ini.
3. Bapak Agus Mansur, ST. M.Eng. selaku dosen pembimbing atas segala perhatian, bimbingan dan waktu yang telah diluangkan selama bimbingan.
4. Bapak Johan A. Tapiheru selaku Kepala BCA KCU Purwodadi dan Mba Ratna selaku karyawan bagian umum BCA beserta seluruh staff dan karyawan BCA Purwodadi



5. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Industri, khususnya jurusan Teknik Industri atas segala dedikasinya dalam memberikan ilmu kepada penulis serta bantuan dalam segala hal.
6. Keluarga penulis yang selalu memberikan perhatian, doa dan dukungan kepada penulis.
7. Pihak-pihak lain yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas perhatian dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kelemahan karena terbatasnya kemampuan, pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan sebagai penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembaca di bidang Teknik Industri.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Jogjakarta, Mei 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAKSI.....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Sistem.....	6
2.2 Model.....	7
2.3 Sampling.....	8
2.4 Probabilitas.....	8
2.5 Teori Antrian.....	9
2.5.1 Struktur dasar model antrian.....	10
2.5.2 Notasi Kendall untuk model antrian.....	12

2.5.3	Istilah dan notasi.....	13
2.5.4	Ukuran steady-state dari kinerja antrian.....	14
2.5.5	Model keputusan tingkat aspirasi.....	16
2.6	Logika Fuzzy.....	18
2.6.1	Pengertian logika fuzzy.....	18
2.6.2	Alasan menggunakan logika fuzzy.....	19
2.6.3	Himpunan fuzzy.....	19
2.6.4	Fungsi keanggotaan.....	22
2.6.5	Operasi Dasar Zadeh untuk operasi himpunan fuzzy.....	28
2.6.6	Fungsi implikasi.....	29
2.7	Fuzzy Inference System.....	30
2.7.1	Metode Mamdani.....	30

### BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Langkah-Langkah Penelitian.....	33
3.2	Identifikasi Masalah.....	35
3.3	Perumusan Tujuan dan Masalah.....	35
3.4	Pengumpulan Data.....	35
3.5	Identifikasi Data.....	36

### BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Pengumpulan Data.....	38
4.1.1	Data tingkat kedatangan.....	38
4.1.2	Data tingkat pelayanan.....	39
4.1.3	Data waktu menganggur teller.....	39

4.1.4	Data waktu tunggu.....	40
4.1.5	Data biaya pelayanan.....	41
4.1.6	Data jumlah teller.....	43
4.2	Pengolahan Data.....	43
4.2.1	Menentukan variabel dan semesta	
	Pembicaraan.....	43
4.2.2	Membentuk himpunan fuzzy.....	45
4.2.3	Pembuatan fungsi keanggotaan variabel.....	48
4.2.4	Membuat aturan fuzzy.....	55
4.2.5	Defuzzifikasi.....	61
4.3	Perhitungan Manual.....	61
4.3.1	Nilai keanggotaan.....	61
4.3.2	Aplikasi operator fuzzy.....	63
4.3.3	Komposisi semua output.....	65
4.3.4	Defuzzifikasi.....	66
 <b>BAB V. PEMBAHASAN</b>		
5.1	Pembahasan Pengolahan Data Menggunakan Software Matlab 6.1 plus Toolbox Fuzzy.....	69
5.2	Perhitungan Manual.....	73
 <b>BAB VI. PENUTUP</b>		
6.1	Kesimpulan.....	74
6.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....		76
LAMPIRAN.....		78

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Contoh Sistem dan Komponennya .....	6
Tabel 4.1	Data Tingkat Kedatangan.....	38
Tabel 4.2	Data Tingkat Pelayanan.....	39
Tabel 4.3	Data Waktu Menganggur Teller.....	40
Tabel 4.4	Data Waktu Tunggu .....	41
Tabel 4.5	Data Biaya Pelayanan.....	43
Tabel 4.6	Variabel dan Semesta Pembicaraan .....	45
Tabel 4.7	Himpunan Fuzzy .....	46
Tabel 4.8	Hasil Defuzzifikasi dengan Metode Centroid .....	61
Tabel 4.9	Aplikasi Operator Fuzzy pada saat Jam Kerja Kelima .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Sistem Antrian.....	10
Gambar 2.2	Hubungan $W_s$ dan $W_q$ .....	15
Gambar 2.3	Model Tingkat Aspirasi.....	17
Gambar 2.4	Representasi Linier Naik.....	22
Gambar 2.5	Representasi Linier Turun.....	23
Gambar 2.6	Representasi Kurva Segitiga.....	24
Gambar 2.7	Representasi Kurva Trapesium.....	24
Gambar 2.8	Daerah “Bahu” pada Variabel TEMPERATUR.....	25
Gambar 2.9	Representasi Kurva-S.....	26
Gambar 2.10	Karakteristik Fungsional Kurva $\pi$ .....	27
Gambar 2.11	Fungsi Implikasi : MIN.....	29
Gambar 2.12	Fungsi Implikasi : DOT.....	30
Gambar 3.1	Langkah-langkah Penelitian.....	34
Gambar 4.1	Representasi Variabel Tingkat Kedatangan.....	48
Gambar 4.2	Representasi Variabel Tingkat Pelayanan.....	50
Gambar 4.3	Representasi Variabel Waktu Mengganggu.....	51
Gambar 4.4	Representasi Variabel Waktu Tunggu.....	52
Gambar 4.5	Representasi Variabel Biaya Pelayanan.....	53
Gambar 4.6	Representasi Variabel Jumlah Teller.....	54
Gambar 5.1	Defuzzy Menggunakan Metode Centroid pada saat Jam Kerja Kelima.....	72

## ABSTRAKSI

Untuk menciptakan suatu kemudahan dan kecepatan dalam pelayanan kepada nasabah, jumlah teller mempunyai peranan yang sangat penting dalam sebuah bank. Sistem pelayanan yang bersifat tidak pasti, dimana tingkat kedatangan nasabah maupun tingkat pelayanan dari teller sama-sama mempunyai sifat tidak pasti dapat menyebabkan masalah. Masalah yang timbul adalah penentuan jumlah teller yang sesuai dengan sumber daya yang dimiliki bank serta ketidakpastian sistem pelayanan.

Salah satu cara untuk mengatasi bentuk ketidakpastian tersebut adalah dengan pendekatan logika fuzzy, karena logika fuzzy mampu mengatasi kondisi yang kompleks dan ketidakpastian yang tinggi. Dalam penelitian ini logika fuzzy digunakan untuk memprediksi jumlah teller di Bank Central Asia KCU Purwodadi. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah menentukan variabel-variabel yang ada dalam sistem, kemudian menentukan semesta pembicaraan dan himpunan masing-masing variabel tersebut. Langkah selanjutnya adalah pembuatan fungsi keanggotaan dan mencari nilai keanggotaan masing-masing himpunan fuzzy, setelah itu membentuk aturan-aturan fuzzy, kemudian dilakukan aplikasi operator fuzzy dengan Metode Min dilanjutkan dengan komposisi semua output dengan Metode Max dan defuzzifikasi untuk memperoleh nilai solusi.

Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa jumlah teller rata-rata perhari pada jam kerja pertama (pukul 08.31-09.30) sebanyak 6 unit, jam kerja kedua (pukul 09.31-10.30) sebanyak 6 unit, jam kerja ketiga (pukul 10.31-11.30) sebanyak 6 unit, jam kerja keempat (pukul 11.31-12.30) sebanyak 6 unit, jam kerja kelima (pukul 12.31-13.30) sebanyak 7 unit dan jam kerja keenam (pukul 13.31-14.30) sebanyak 7 unit.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, Metode Mamdani, Antrian, Jumlah Teller

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pasar perbankan berkembang sangat dinamis dan semakin kompleks. Sedangkan keuntungan yang diperoleh oleh satu bank dari produk-produk yang ada, sangat peka dan sangat mudah diungguli oleh bank pesaing. Salah satu unsur daya saing yang dapat menjadikan suatu bank lebih unggul dari bank pesaing lainnya adalah mutu pelayanan.

Peningkatan mutu pelayanan bank dalam usaha meningkatkan jumlah nasabah, selain melakukan promosi, menciptakan produk baru dan tingkat suku bunga yang tinggi, usaha yang paling penting adalah menciptakan suatu kemudahan dan kecepatan dalam pelayanan terhadap nasabah (Suparman, 2006).

Kemudahan dan kecepatan dalam memberikan pelayanan terhadap nasabah merupakan unsur yang paling penting. Dalam hal ini, jumlah teller memegang peranan utama. Jumlah teller yang kurang menyebabkan antrian yang panjang, akibatnya nasabah akan merasa jenuh. Kejenuhan ini dapat menyebabkan nasabah pindah ke bank lain yang mempunyai pelayanan yang lebih baik (Kusmawati, 2006). Solusinya adalah penambahan jumlah teller, akan tetapi hal ini akan menyebabkan teller menganggur jika tidak ada antrian dan bank harus mengeluarkan biaya operasional yang lebih besar.

Lama waktu mengantri di sebuah fasilitas pelayanan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tingkat kedatangan, waktu pelayanan, banyaknya fasilitas pelayanan, mekanisme pelayanan dan lain-lain. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam perilaku sistem pelayanan adalah faktor ketidakpastian (*randomize*). Dimana dalam sistem pelayanan tersebut banyaknya tingkat

kedatangan nasabah maupun tingkat pelayanan dari teller sama-sama mempunyai sifat tidak pasti (random).

Salah satu cara untuk mengatasi bentuk ketidakpastian tersebut adalah dengan pendekatan logika fuzzy, karena logika fuzzy mampu mengatasi kondisi yang kompleks dan ketidakpastian yang tinggi. Selain itu, dalam kehidupan sehari-hari kita tidak dapat memutuskan masalah dengan jawaban sederhana yaitu “Ya” atau “Tidak”. Sebagai contoh untuk menyatakan seseorang berbadan “Tinggi” bersifat relatif tergantung orang yang melihat dan menilainya. Selain itu logika fuzzy dianggap mampu memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada dan logika fuzzy diyakini sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang ada (Rahmawati, 2005:2).

Penerapan aplikasi fuzzy untuk menentukan jumlah teller dengan Metode Mamdani belum pernah dilakukan. Adapun penerapan logika fuzzy dengan Metode Mamdani yang pernah dilakukan adalah “Penerapan Logika Fuzzy untuk Menentukan Jumlah Produk” (Zulkifli, 2002) dan “Aplikasi Fuzzy untuk Memprediksi Jumlah Produksi Menggunakan Metode Mamdani” (Rahmawati, 2005). Sedangkan menentukan jumlah teller dengan Metode Antrian yang pernah dilakukan adalah “Penentuan Jumlah Server yang Optimal dengan Model Simulasi Antrian” (Prakarsa, 2002), “Penentuan Jumlah Loker Pelayanan dengan Metode Simulasi Antrian” (Nurchahyo, 2003) dan “Penentuan Jumlah Fasilitas Pelayanan Berdasarkan Tingkat Aspirasi” (Hermanto, 2004).

Berdasarkan latar belakang masalah diatas akan dilakukan penelitian untuk menentukan jumlah teller dengan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani dengan mempertimbangkan faktor-faktor, seperti : tingkat kedatangan nasabah, tingkat pelayanan, waktu tunggu, biaya pelayanan dan waktu menganggur teller.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari permasalahan yang telah diuraikan diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah menentukan jumlah teller dengan pendekatan fuzzy berdasarkan Metode Defuzzifikasi Centroid.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar pengamatan dan pembahasan yang dilakukan tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan, maka perlu adanya pembatasan masalah yaitu :

1. Penelitian dilakukan di Bank Central Asia KCU Purwodadi, Jalan MT. Haryono no.1 Purwodadi-Grobogan.
2. Penelitian dilakukan hanya pada penentuan jumlah teller yang melayani penarikan dan setoran uang.
3. Penelitian dilakukan pada tanggal 28 September 2006 sampai dengan 11 Oktober 2006.
4. Variabel-variabel yang digunakan sebagai input adalah tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, waktu tunggu, biaya pelayanan dan waktu menganggur.
5. Variabel yang digunakan sebagai output adalah jumlah teller.
6. Fuzzy inference sistem menggunakan Metode MAMDANI.
7. Defuzzifikasi yang digunakan adalah Metode Centroid.
8. Pengolahan data menggunakan bantuan software komputer program aplikasi MATLAB 6.1 plus toolbox fuzzy.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jumlah teller Bank Central Asia dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhinya, seperti tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, waktu tunggu, biaya pelayanan dan waktu menganggur.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dari permasalahan yang telah diuraikan diatas maka manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, antara lain :

1. Memberikan alternatif metode bagi perusahaan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan penentuan jumlah teller berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Memberikan pengetahuan baru tentang logika fuzzy dan aplikasinya dalam menyelesaikan masalah, sehingga dapat dijadikan acuan bagi penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian tentang beberapa hal yang melatarbelakangi permasalahan, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, ruang lingkup dan pembatasan masalah, manfaat penelitian dan penyusunan sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan ini.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Berisi tentang beberapa dasar teori yang digunakan untuk mendukung penyelesaian masalah penentuan jumlah teller Bank Central Asia (BCA).

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi uraian tentang kerangka berpikir yang penulis gunakan dalam membuat pemecahan permasalahan, berupa langkah-langkah atau prosedur yang digunakan dalam penelitian dan pengolahan data.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Dalam bab ini berisikan data-data khusus yang diperlukan dan pengolahan data-data tersebut dengan menggunakan alat-alat pengolahan data yang ada dan sesuai untuk memperoleh hasil akhir yang diinginkan.

## **BAB V PEMBAHASAN**

Bab ini berisi uraian tentang pembahasan dan analisa hasil yang diperoleh dari pengolahan data yang menghasilkan jumlah teller BCA.

## **BAB VI PENUTUP**

Berisi kesimpulan hasil analisa dan pembahasan, uraian bab-bab sebelumnya dalam pencapaian tujuan penelitian serta saran yang dapat bermanfaat bagi perusahaan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Sistem

Sistem adalah suatu kumpulan obyek yang saling berkaitan dan saling bergantung secara tetap (reguler) untuk mencapai tujuan bersama dalam suatu lingkungan yang kompleks (Simatupang, 1994:102). Berdasarkan pengertian sistem diatas, maka ciri-ciri dan karakteristik sistem adalah :

1. Terdiri dari unsur-unsur yang membentuk satu kesatuan sistem
2. Adanya saling ketergantungan antara satu elemen dengan elemen yang lain
3. Adanya proses transformasi
4. Adanya pencapaian tujuan secara bersama
5. Adanya lingkungan yang mengakibatkan dinamika sistem.

Ciri suatu sistem ditandai dengan elemen-elemen pembentuknya, tetapi sebenarnya suatu sistem lebih dari sekedar penjumlahan elemen-elemennya. Seseorang berbicara tentang sistem bila elemen-elemen tersebut berhubungan satu dengan yang lainnya. Contoh komponen sistem dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Contoh Sistem dan Komponennya

Sistem	Entiti	Atribut	Aktivitas	Kejadian	Variabel Status
Bank	Nasabah	Pemeriksaan rekening	Setoran dan tarikan uang	Kedatangan dan kepergian	Jumlah teller yang sibuk, Jumlah pelanggan yang antri.
Persediaan	Gudang	Kapasitas	Pengambilan	Permintaan	Level persediaan, pesanan yang belum dipenuhi
Komunikasi	Pesan	Jarak	Pengiriman	Sampai di tujuan	Jumlah pesan yang menunggu untuk dikirim

## 2.2 Model

Model merupakan suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu (yang disepakati) dari suatu sistem nyata yang disepakati. Adapun sistem nyata adalah sistem yang sedang berlangsung dalam kehidupan, sistem yang dijadikan titik perhatian dan dipermasalahkan (Simatupang, 1994:1).

Model membantu untuk memecahkan masalah yang sederhana maupun kompleks dalam bidang manajemen dengan memperhatikan beberapa bagian atau beberapa ciri utama daripada memperhatikan semua detail sistem nyata. Model tidak mungkin berisikan semua aspek sistem nyata karena banyaknya karakteristik sistem nyata yang selalu berubah dan tidak semua faktor atau variabel sesuai untuk dianalisis. Karena itu, dalam membentuk suatu model diperlukan usaha penyederhanaan yang kritis agar variabel yang dipilih mempunyai dampak yang besar terhadap situasi keputusan yang diambil.

Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam memodelkan suatu sistem, antara lain :

1. Model harus mewakili (mempresentasikan) sistem nyatanya.
2. Model merupakan penyederhanaan dari kompleksnya sistem, sehingga diperoleh adanya penyimpangan pada batas-batas tertentu.

Fungsi dan manfaat dari sebuah model adalah :

1. Dapat melakukan analisis dan eksperimen masalah yang rumit, yang tidak dapat dilakukan pada sistem nyata.
2. Digunakan sebagai alat komunikasi
3. Digunakan untuk memprediksi atau meramalkan
4. Digunakan untuk kontrol atau pengendalian.

### 2.3 Sampling

Untuk melakukan analisis statistik diperlukan analisa data, karenanya data perlu dikumpulkan. Salah satu cara yang ditempuh adalah sampling, yaitu sampel diambil dari populasi dan datanya dikumpulkan.

Teori sampling pada dasarnya merupakan suatu studi yang bertujuan untuk mempelajari bagaimana melakukan penaksiran atau estimasi terhadap karakteristik populasi yang didasarkan pada pengamatan terhadap sampel yang dipilih secara random, sehingga diperoleh suatu kesimpulan yang akurat.

Agar diperoleh sampel yang akurat ada beberapa cara pengambilan sampling, yaitu : (Nurchahyo, 2003:11)

1. Sampling seadanya

Pengambilan sampel dari populasi berdasarkan data yang ada tanpa perhitungan apapun mengenai derajat kebenarannya.

2. Sampling pertimbangan atau purposif

Apabila pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan perorangan.

3. Sampling peluang

Sampling ini terjadi bila peluang digunakan dalam pengambilan sampel. Sampel yang diperoleh dinamakan sampel peluang, yaitu sampel yang anggota-anggotanya diambil dari populasi berdasarkan peluang yang diketahui.

### 2.4 Probabilitas

Dalam kehidupan sehari-hari banyak kejadian yang mengandung unsur ketidakpastian. Untuk itu diperlukan teori yang disebut *probability* atau ilmu peluang. Teori ini antara lain membahas tentang ukuran atau derajat ketidakpastian suatu peristiwa.

Probabilitas biasanya diberi simbol  $p$  dan dinyatakan dalam angka positif. Kejadian yang pasti diberi angka satu, sedangkan kejadian yang tidak pasti diberi angka nol. Tetapi sebagian besar kejadian sehari-hari mempunyai probabilitas antara 0 dan 1. Probabilitas mendekati nol, berarti peristiwa itu mempunyai kemungkinan kecil untuk terjadi dan bila mendekati 1, berarti peristiwa itu mempunyai kemungkinan besar untuk terjadi.

Dalam statistik probabilitas merupakan kata benda yang dapat dilihat, oleh karena itu kata kemungkinan dalam statistik ini harus diiringi dengan kata lain yaitu kemungkinan suatu peristiwa yang betul-betul akan terjadi dibandingkan dengan jumlah seluruh peristiwa yang akan terjadi. Pengertian probabilitas seperti tersebut diatas dapat dituliskan dalam rumus sebagai berikut : (Nurcahyo, 2003:12).

$$P(A) = \frac{\text{Jumlah peristiwa yang terjadi (n)}}{\text{Jumlah seluruh peristiwa yang mungkin dalam percobaan (N)}}$$

## 2.5 Teori Antrian

Suatu antrian pada dasarnya ditandai dengan aliran pemakai jasa (baik orang maupun jasa) yang datang pada satu sarana pelayanan atau lebih. Kedatangannya pada sarana pelayanan pemakai jasa ini dapat dilayani sesegera mungkin atau harus menunggu sampai sarana pelayanan dapat melayaninya. Waktu pelayanan bagi setiap pemakai jasa dapat tetap atau acak tergantung dari jenis pelayanannya. Situasi seperti tersebut diatas dapat ditemui pada kejadian sehari-hari, misalnya di bank, rumah sakit, pompa bensin, swalayan dan lain-lain.

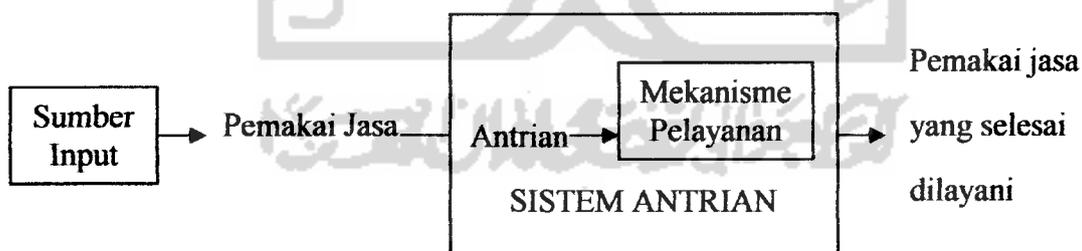
Untuk menganalisis situasi seperti diatas telah dikembangkan suatu teori matematis yang disebut teori antrian, yang didasari atas penentuan pola kedatangan dan atau pola kepergian dengan distribusi kemungkinan yang sesuai.

Prosedur yang berhubungan dengan masalah antrian adalah :

1. Menentukan dan menghubungkan variabel-variabel dari satu situasi untuk menetapkan permasalahan.
2. Menurunkan distribusi yang sesuai, berdasarkan data yang tersedia dan menggunakan tes statistik yang sesuai.
3. Menggunakan distribusi diatas untuk mengembangkan karakteristik operasi yang menentukan sistem secara keseluruhan.
4. Memperbaiki hasil dari sistem melalui pemakai model keputusan yang sesuai dan berdasarkan karakteristik operasi.

### 2.5.1 Struktur dasar Model Antrian

Proses dasar yang diasumsikan oleh setiap model antrian adalah sebagai berikut : pemakai jasa yang membutuhkan pelayanan datang dari suatu sumber input sepanjang waktu. Pemakai jasa ini memasuki sistem antrian dan bergabung pada antrian. Pada waktu tertentu anggota antrian dipilih untuk dilayani menurut aturan yang disebut disiplin pelayanan. Pelayanan yang dibutuhkan kemudian meninggalkan sistem antrian. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



**Gambar 2.1** Skema Sistem Antrian

(Sumber : Nurcahyo, 2003)

Untuk memperjelas skema sistem antrian, maka berikut ini akan diterangkan beberapa hal yang berhubungan dengan sistem antrian :

### 1. Sumber Input

Salah satu karakteristik dari sumber input adalah ukurannya, yaitu jumlah pemakai jasa yang membutuhkan pelayanan dari waktu ke waktu atau jumlah total pemakai jasa potensial. Sumber input ini dapat diasumsikan terbatas atau tidak terbatas.

Pola statistik yang ditimbulkan oleh pemakai jasa juga harus ditentukan. Asumsi yang biasa digunakan adalah bahwa pemakai jasa tumbuh menurut Distribusi Poisson, yaitu pemakai jasa yang muncul sampai waktu tertentu. Asumsi yang sama juga dikenakan pada pola distribusi waktu antar kedatangan yang berurutan adalah Distribusi Eksponensial.

### 2. Kapasitas Antrian

Kapasitas antrian ditandai oleh jumlah pemakai jasa maksimum yang diperbolehkan, yang dapat ditampung. Kapasitas antrian disebut terbatas atau tidak terbatas tergantung jumlah yang dapat ditampung.

### 3. Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan digunakan untuk menentukan urutan pelayanan bagaimana yang akan dikenakan pada pemakai jasa, Misalnya *First Come First Served*, secara acak atau menurut prioritas tertentu.

### 4. Mekanisme Pelayanan

Mekanisme pelayanan terdiri dari satu sarana pelayanan atau lebih, yang mengandung satu saluran pelayanan paralel atau lebih. Jika terdapat lebih dari satu sarana pelayanan paralel, pemakai jasa dapat menerima pelayanan dari suatu saluran pelayanan seri.

Waktu dihabiskan sejak mulai dilayani sampai selesai pada satu sarana pelayanan disebut waktu pelayanan. Suatu model antrian harus menentukan distribusi kemungkinan dari waktu pelayanan untuk setiap pemberi pelayanan.



### 2.5.2 Notasi Kendall untuk model antrian

D.G. Kendall (1953) memperkenalkan notasi model antrian pelayanan banyak yang menyebutkan tiga karakteristik antrian, yaitu distribusi kedatangan, distribusi kepergian, dan jumlah saluran pelayanan. Kemudian A. Lee (1966) menambahkan dua karakteristik lainnya yaitu disiplin pelayanan dan jumlah maksimum dalam sistem.

Pada akhirnya ditambah lagi dengan satu karakteristik sehingga lengkapnya menjadi (Siagian, 1987: 408) :

$$(a/b/c) : (d/e/f)$$

- dimana :
- a = distribusi kedatangan atau antar kedatangan
  - b = distribusi kepergian atau distribusi waktu pelayanan
  - c = jumlah saluran pelayanan paralel dalam sistem
  - d = disiplin pelayanan
  - e = jumlah pemakai jasa maksimum dalam sistem yang diperbolehkan (dalam antrian dan dalam pelayanan)
  - f = sumber input

Kode-kode a, b dan d yang sudah umum dipakai adalah sebagai berikut :

1. Simbol a dan b
  - M = kedatangan atau kepergian berdistribusi Poisson atau distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan adalah eksponensial.
  - D = waktu antar kedatangan atau pelayanan tetap
  - Ek = distribusi waktu antar kedatangan dan pelayanan mengikuti distribusi Erlang, dengan parameter k.
  - GI = distribusi kedatangan atau antar kedatangan bebas (*general independent*).
  - G = distribusi kepergian umum (*general*).

## 2. Simbol untuk d

FCFS = *first come-first served* (datang paling awal dilayani paling awal)

LCFS = *last come-first served* (datang paling akhir dilayani paling awal)

SIRO = *service in random order* (dilayani menurut urutan acak)

GD = *general service discipline* (disiplin pelayanan umum).

## 3. Simbol c digantikan dengan angka tertentu, sedang e dan f menunjukkan terbatas atau tidak terbatas.

Contoh pemakaian simbol diatas, (M/M/c) : (FCFS/N/∞) berarti kedatangan berdistribusi Poisson, kepergian juga Poisson dengan jumlah saranan pelayanan paralel c, *first come-first served*, jumlah maksimum pemakai jasa dalam sistem N, dengan sumber input yang tak terbatas.

### 2.5.3 Istilah dan notasi

Sehubungan dengan model antrian, ada beberapa simbol yang sering dipergunakan, yaitu :

$n$  = keadaan sistem atau jumlah pelanggan dalam sistem antrian.

$N(t)$  = jumlah pelanggan dalam sistem antrian pada saat t dimana  $t \geq 0$ .

$P_n(t)$  = kemungkinan ada n pelanggan dalam sistem antrian pada saat t, jika pada saat  $t = 0$ , keadaan sistem diketahui.

$\lambda_n$  = jumlah kedatangan pelanggan per satuan waktu rata-rata, jika dalam sistem pelayanan ada n pelanggan.

$\mu_n$  = kecepatan pelayanan rata-rata, jika dalam sistem ada n pelanggan.

Jika  $\lambda_n$  konstan untuk seluruh n, biasanya disebut  $\lambda$  dan jika kecepatan pelayanan konstan disebut  $\mu$ .

Maka  $1/\lambda$  = waktu antar kedatangan yang diharapkan,

$1/\mu$  = waktu pelayanan yang diharapkan.

Jika  $c$  jumlah sarana pelayanan yang paralel, maka :

$$\rho = \lambda/c\mu = \text{faktor utilitas} = \text{kepadatan lintasan (traffic intensity)}.$$

Beberapa notasi juga diperlukan untuk menentukan hasil pada keadaan yang telah mapan (*steady state*). Pada waktu sistem antrian baru mulai bekerja, jumlah pemakai jasa dalam sistem akan sangat dipengaruhi oleh keadaan awal dan waktu yang dilalui. Dalam keadaan ini antrian disebut dalam kondisi *transient* (keadaan yang bersifat sementara). Setelah beberapa waktu dilalui, keadaan sistem menjadi tidak tergantung lagi pada kondisi awal dan waktu yang dilaluinya. Pada saat ini sistem mencapai kondisi *steady state*.

Notasi-notasi ini mengasumsikan bahwa sistem dalam kondisi *steady state*:

- $P_0$  = probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem.
- $P_n$  = probabilitas ada  $n$  pelanggan dalam sistem.
- $L_s$  = jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam sistem.
- $L_q$  = jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam antrian
- $W_s$  = waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem.
- $W_q$  = waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian.

#### 2.5.4 Ukuran steady-state dari kinerja antrian

Dalam bagian ini kami memperhatikan bahwa segera setelah probabilitas *steady-state* dari  $p_n$  untuk  $n$  pelanggan dalam sistem ditentukan, kita dapat menghitung ukuran-ukuran *steady-state* dari kinerja situasi antrian tersebut dengan cara yang sederhana. Ukuran-ukuran kinerja seperti ini lalu dapat dipergunakan untuk menganalisis operasi situasi antrian tersebut untuk maksud pembuatan rekomendasi tentang rancangan sistem tersebut. Ukuran-ukuran kinerja yang terpenting adalah jumlah pelanggan menunggu yang diperkirakan, waktu

menunggu per pelanggan yang diperkirakan dan pemanfaatan sarana pelayanan yang diperkirakan.

Anggaplah bahwa kita mempertimbangkan sarana pelayanan dengan  $c$  pelayan paralel. Maka dari defenisi  $p_n$ , kita memperoleh :

$$L_s = \sum_{n=0}^{\infty} n p_n \dots\dots\dots (2.3)$$

$$L_q = \sum_{n=c+1}^{\infty} (n - c) p_n \dots\dots\dots (2.4)$$

Terdapat hubungan yang kuat antara  $L_s$  dan  $W_s$  (juga antara  $L_q$  dan  $W_q$ ), sehingga salah satu ukuran secara otomatis dapat ditentukan dari ukuran lainnya. Anggaplah  $\lambda$  adalah laju kedatangan rata-rata efektif (tidak tergantung pada jumlah dalam sistem  $n$ ), maka :

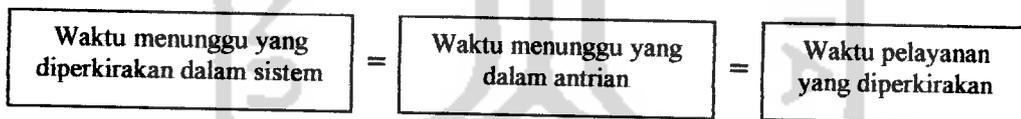
$$L_s = \lambda * W_s$$

$$L_q = \lambda * W_q$$

Nilai  $\lambda$  ditentukan dari  $\lambda n$  yang bergantung pada keadaan dan probabilitas  $p_n$ ,

$$\lambda = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n p_n$$

Hubungan langsung juga terdapat antara  $W_s$  dan  $W_q$  berdasarkan defenisi,



**Gambar 2.2** Hubungan  $W_s$  dan  $W_q$

(Sumber : Taha, 1997)

Dengan diketahui bahwa  $\mu$  adalah laju pelayanan per pelayan, waktu pelayanan yang diperkirakan adalah  $1/\mu$  dan kita memperoleh :

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan mengalikan kedua sisi dengan  $\lambda$ , kita memperoleh :

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (2.6)$$

### 2.5.5 Model tingkat aspirasi

Model tingkat aspirasi menyadari kesulitan dalam mengestimasi parameter biaya, oleh karena itu model ini didasari oleh analisis yang lebih sederhana. Model ini secara langsung memanfaatkan karakteristik yang terdapat dalam sistem yang bersangkutan dalam memutuskan nilai-nilai "Optimal" dari parameter perancangan. Optimalitas disini dipandang dalam arti memenuhi tingkat aspirasi tertentu yang ditentukan oleh pengambil keputusan. Tingkat aspirasi didefinisikan sebagai batas atas dari nilai-nilai ukuran yang saling bertentangan, yang ingin diseimbangkan oleh pengambil keputusan tersebut. (Taha, 1997:239)

Dalam model pelayan berganda dimana kita perlu menentukan jumlah pelayan  $c$  yang optimal, dua ukuran yang bertentangan adalah :

1. Waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem  $W_s$  (kepentingan pelanggan).
2. Persentase waktu menganggur para pelayan  $X$  (kepentingan pelayan).

Kedua ukuran ini mencerminkan aspirasi pelanggan dan pelayan. Misal tingkat aspirasi (batas atas) untuk  $W_s$  dan  $X$  diketahui  $\alpha$  dan  $\beta$ . Maka metode tingkat aspirasi dapat diekspresikan secara matematis sebagai berikut.

$$W_s \leq \alpha \text{ dan } X \leq \beta$$

Rumus dari  $W_s$  telah dibahas pada analisis  $(M/M/c)(FCFS/\infty/\infty)$ , sedangkan rumus dari  $X$  adalah :

$$X = \frac{100}{c} \sum_{n=0}^c (c-n) p_n = 100 \left( 1 - \frac{\rho}{c} \right) \dots \dots \dots (2.7)$$

Pemecahan masalah ini dapat ditentukan lebih mudah dengan menggambarkan  $W_s$  dan  $X$  berdasarkan  $c$  seperti dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini :



## 2.6 Logika Fuzzy

### 2.6.1 Pengertian logika fuzzy

Logika Fuzzy pertama diprakarsai oleh Prof. Lotfi A Zadeh dari Universitas California USA, pada tahun 1965 yang merupakan pengembangan dari teori himpunan Fuzzy. Sistem Logika Fuzzy merupakan sistem dengan tingkat ketelitian yang tinggi untuk mendeskripsikan suatu masalah, dapat digunakan untuk mengatasi masalah kompleks, yang membutuhkan deskripsi secara manusiawi atau pemikiran berdasarkan intuisi. Cara penggunaan pengendali logika fuzzy harus dengan operator, yaitu manusia yang mengendalikan sistem tersebut secara kualitatif dalam bentuk kalimat-kalimat fuzzy maupun angka-angka fuzzy.

Seperti yang telah dikemukakan oleh Prof. Lotfi A Zadeh, bapak dari logika fuzzy : “Pada hampir semua kasus kita dapat menghasilkan suatu produk tanpa menggunakan logika fuzzy, namun menggunakan logika fuzzy akan lebih cepat dan lebih murah”. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang output.

Antara input dan output terdapat suatu kotak hitam yang harus memetakan input kedalam output yang sesuai. Selama ini ada beberapa cara yang mampu bekerja pada kotak hitam tersebut, antara lain :

1. Sistem fuzzy
2. Sistem Linier
3. Sistem Pakar
4. Jaringan Syaraf Tiruan
5. Persamaan Differensial, dll.

Meskipun ada beberapa cara yang mampu bekerja dalam kotak hitam tersebut, namun fuzzy akan memberikan solusi yang terbaik, seperti dikatakan Lotfi A Zadeh diatas.

### 2.6.2 Alasan menggunakan logika fuzzy

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain :  
(Kusumadewi, 2003:154)

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat membangun teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika Fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

### 2.6.3 Himpunan fuzzy

1. Himpunan Crips dan Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A[x]$ , memiliki dua kemungkinan, yaitu :

- a. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- b. Nol (0), yang berarti suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Contoh :

1. Jika diketahui :

$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  adalah semesta pembicaraan

$A = \{1, 2, 3\}$

$B = \{3, 4, 5\}$

Bisa dikatakan bahwa :

- a. Nilai keanggotaan 2 pada himpunan A,  $\mu_A[2], = 1$ , karena  $2 \in A$
- b. Nilai keanggotaan 3 pada himpunan A,  $\mu_A[3], = 1$ , karena  $3 \in A$
- c. Nilai keanggotaan 4 pada himpunan A,  $\mu_A[4], = 0$ , karena  $4 \notin B$
- d. Nilai keanggotaan 2 pada himpunan A,  $\mu_A[2], = 1$ , karena  $2 \notin B$
- e. Nilai keanggotaan 3 pada himpunan B,  $\mu_B[3], = 1$ , karena  $3 \in B$

2. Misalkan diketahui klasifikasi sebagai berikut :

MUDA	umur < 35 tahun
SETENGAH BAYA	$35 \text{ tahun} \leq \text{umur} \leq 55 \text{ tahun}$
TUA	umur > 55 tahun

Dengan menggunakan pendekatan crisp, sangat tidak adil untuk menetapkan nilai SETENGAH BAYA. Pendekatan ini bias saja dilakukan untuk hal-hal yang bersifat diskontinu. Misalkan untuk umur 55 dan 56 tahun sangat jauh berbeda, umur 55 tahun termasuk SETENGAH BAYA, sedangkan umur 56 tahun sudah termasuk tua. Demikian pula untuk kategori MUDA dan TUA. Orang yang berumur 34 tahun dikatakan MUDA, sedangkan orang yang berumur 35 tahun sudah TIDAK MUDA lagi. Orang yang berumur 55 tahun termasuk SETENGAH BAYA, orang yang berumur 55 tahun lebih 1 hari sudah tidak SETENGAH BAYA lagi. Dengan demikian pendekatan crisp ini sangat tidak cocok untuk diterapkan pada hal-hal yang bersifat kontinue, seperti umur.

Himpunan fuzzy memiliki dua atribut, yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Seperti : MUDA. PAROBAYA, TUA.

- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable seperti :40, 25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami system fuzzy, yaitu :

- a. Variabel Fuzzy

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

- b. Himpunan Fuzzy

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

Contoh :

- b.1 Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu, MUDA, PAROBAYA, TUA.
- b.2 Variabel temperature, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT dan PANAS.

2. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperoleh untuk dioperasikan dalam suatu variable fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negative. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh :

- a. Semesta pembicaraan untuk variable umur :  $[0 +\infty]$ .
- b. Semesta pembicaraan untuk variable temperature :  $[0 40]$

3. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan 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 domain himpunan fuzzy :

- a. MUDA =  $[0, 45]$
- b. PAROBAYA =  $[35, 55]$
- c. TUA =  $[45, +\infty]$

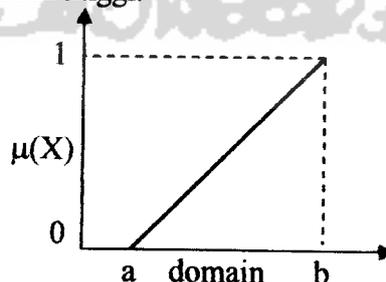
#### 2.6.4 Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotannya (sering juga disebut sebagai derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Pendekatan fungsi yang bias digunakan antara lain :

##### 1. Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini yang paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

- a. Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



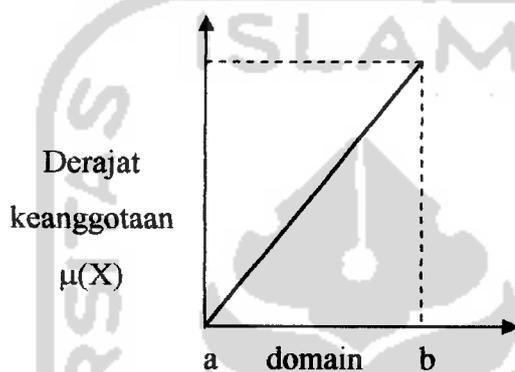
**Gambar 2.4** Representasi Linier Naik

(Sumber : Kusumadewi, 2003)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1; & \rightarrow x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.9)$$

- b. Merupakan kebalikan yang pertama. 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.



**Gambar 2.5** Representasi Linier Turun

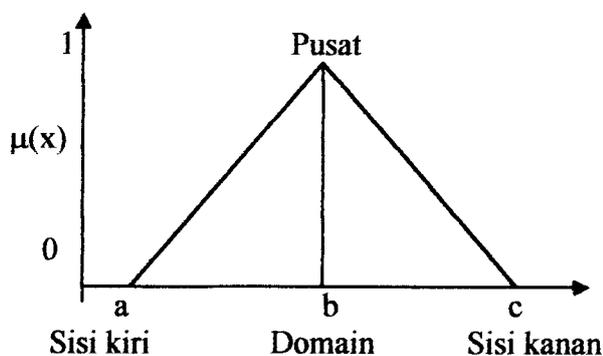
(Sumber : Kusumadewi, 2003)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 0, & \rightarrow x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.10)$$

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linier) seperti terlihat pada gambar 2.6 berikut ini :



**Gambar 2.6** Representasi Kurva Segitiga

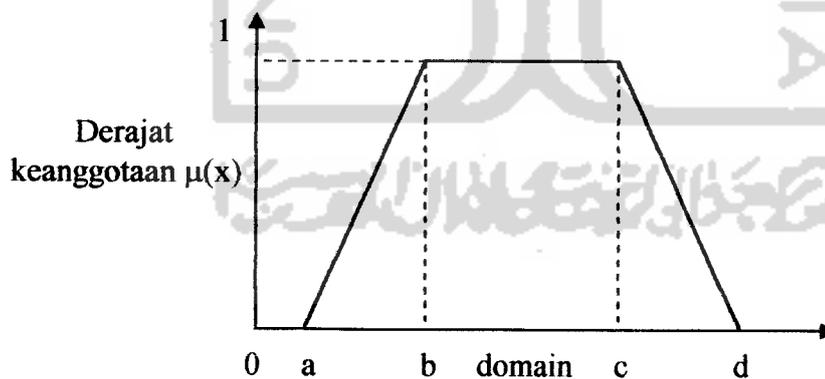
(Sumber : Kusumadewi, 2003)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & \rightarrow a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & \rightarrow b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

### 3. Representasi Kurva Trapezium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



**Gambar 2.7** Representasi kurva trapesium

(Sumber : Kusumadewi, 2003)

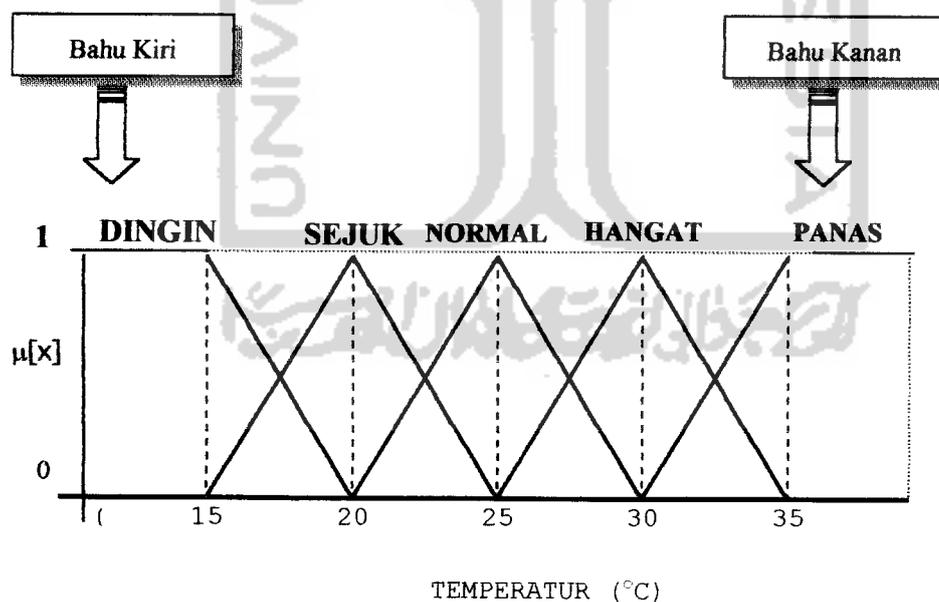


Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1; & \rightarrow b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & \rightarrow x \geq d \end{cases} \dots\dots\dots(2.12)$$

#### 4. Reprerentasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terbentuk ditengah-tengah suatu variabel yang direprerentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan : DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi, kenaikan temperature akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan Fuzzy “Bahu” bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah Fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar.



**Gambar 2.8** Daerah “Bahu” pada Variabel TEMPERATUR

(Sumber : Kusumadewi, 2003)

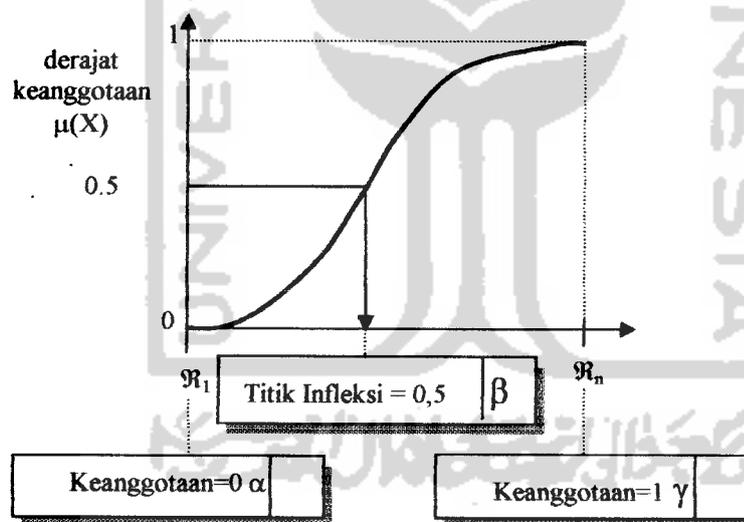
## 5. Representasi Kurva-S

Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau Signoid yang berhubungan dengan penurunan permukaan secara tak linier.

Kurva-S untuk PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi.

Kurva-S untuk PENYUSUTAN akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaannya = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaannya = 0).

Kurva-S didefinisikan dengan menggunakan 3 parameter, yaitu : nilai keanggotaan nol ( $\alpha$ ), nilai keanggotaan lengkap ( $\gamma$ ) dan titik infleksi atau crossover ( $\beta$ ), yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.



**Gambar 2.9** Karakteristik Fungsi Kurva-S

(Sumber : Kusumadewi, 2003)

Fungsi keanggotaan pada kurva PERTUMBUHAN adalah :

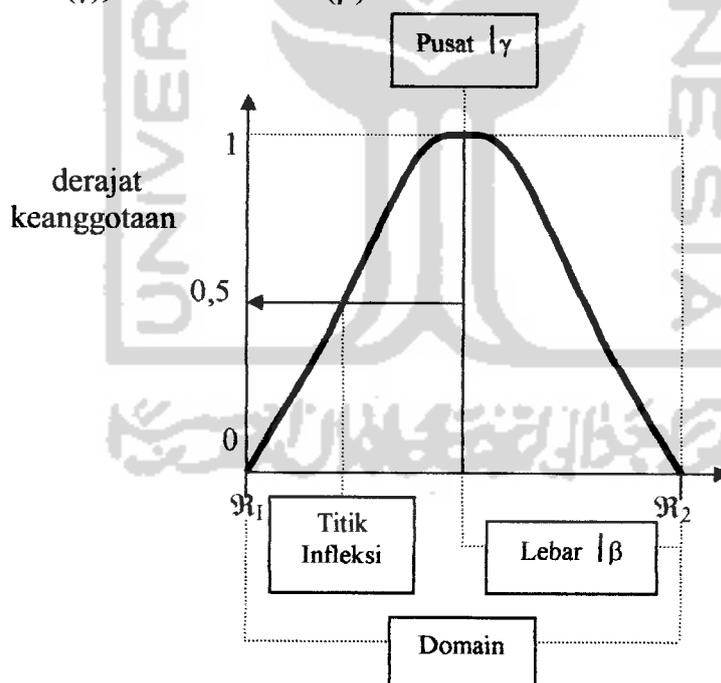
$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \geq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \dots\dots\dots(2.13)$$

Fungsi keanggotaan pada kurva PENYUSUTAN adalah :

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 1 - 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & \rightarrow x \leq \gamma \end{cases} \dots\dots\dots(2.14)$$

#### 6. Representasi Kurva $\pi$

Kurva  $\pi$  berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1, terletak pada pusat dengan domain  $(\gamma)$ , dan lebar kurva  $(\beta)$ .



**Gambar 2.10** Karakteristik Fungsional Kurva  $\pi$

(Sumber : Kusumadewi, 2003)

Fungsi Keanggotaan :

$$\pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left(x; \gamma - \beta, \gamma - \frac{\beta}{2}, \gamma\right) \rightarrow x \leq \gamma \\ 1 - S\left(x; \gamma, \gamma + \frac{\beta}{2}, \gamma + \beta\right) \rightarrow x > \gamma \end{cases} \dots\dots\dots(2.15)$$

### 2.6.5 Operator Dasar Zadeh untuk operasi himpunan fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama  $\alpha$ -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu :

#### 1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antara elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

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

#### 2. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator 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 NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplement pada himpunan  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan dari 1.

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

### 2.6.6 Fungsi implikasi

Tiap-tiap aturan (proporsi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah :

IF x is A THEN y is B

Dengan x dan y adalah skalar, A dan B adalah himpunan fuzzy. Proporsi yang mengikuti IF sebagai anteseden, sedangkan proporsi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proporsi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy seperti :

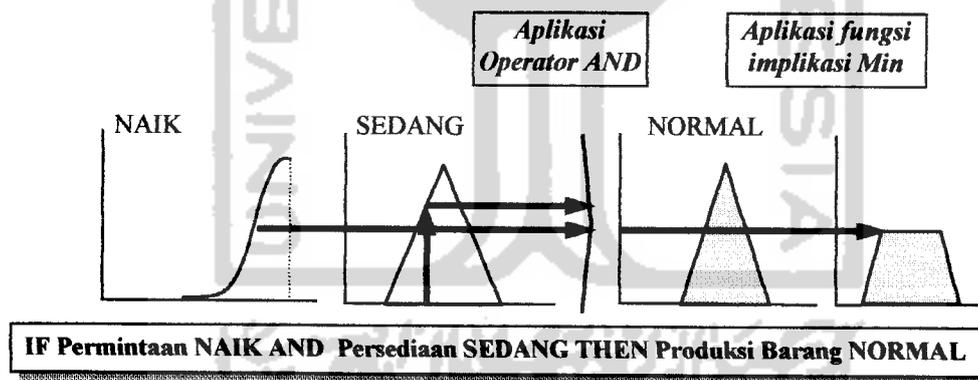
IF  $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x_N \text{ is } A_N)$  THEN y is B

dengan  $\bullet$  adalah operator (misal : OR atau AND)

Secara umum ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu :

1. Min (minimum)

Fungsi ini akan memotong output himpunan Fuzzy

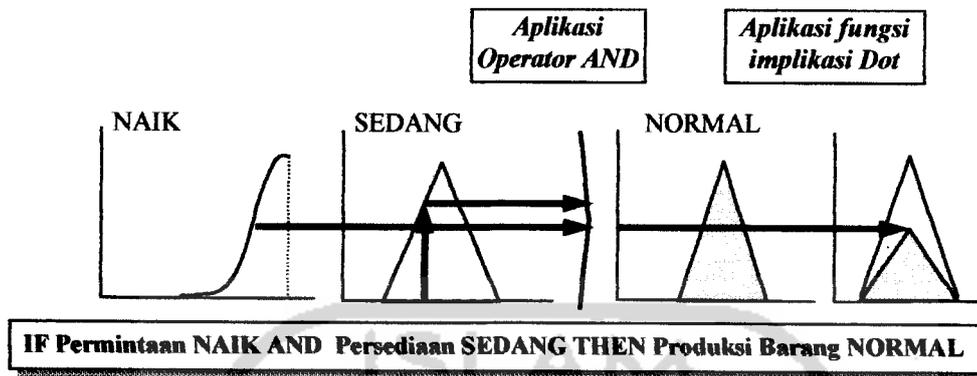


**Gambar 2.11** Fungsi Implikasi : MIN

(Sumber : Kusumadewi, 2003)

## 2. Dot (Product)

Fungsi ini akan menskala output himpunan Fuzzy



**Gambar 2.12** Fungsi Implikasi : DOT

(Sumber : Kusumadewi, 2003)

## 2.7 Fuzzy Inference System

### 2.7.1 Metode MAMDANI

Metode MAMDANI sering disebut sebagai Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Pada Metode MAMDANI, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

Pada metode ini, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3. Komposisi aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu : max, additive, dan probabilistik OR.

a. Metode Max (Maximum)

Pada metode ini solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maximum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf} | x_i | = \max (\mu_{sf} | x_i |, \mu_{kf} | x_i |), \text{ dengan :}$$

$\mu_{sf} | x_i |$  : nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf} | x_i |$  : nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy sampai aturan ke-i

b. Metode Additive (sum)

Pada metode ini solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan :

$$\mu_{sf} | x_i | = \min (1, \mu_{sf} | x_i | + \mu_{kf} | x_i |)$$

dengan :

$\mu_{sf} | x_i |$  : nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf} | x_i |$  : nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy sampai aturan ke-i

c. Metode OR (probor)

Pada metode ini solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan :

$$\mu_{sf} | x_i | = (\mu_{sf} | x_i | + \mu_{kf} | x_i |) - (\mu_{sf} | x_i | * \mu_{kf} | x_i |)$$

dengan :

$\mu_{sf} | x_i |$  : nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf} | x_i |$  : nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy sampai aturan ke-i

4. Penegasan (defuzzy)

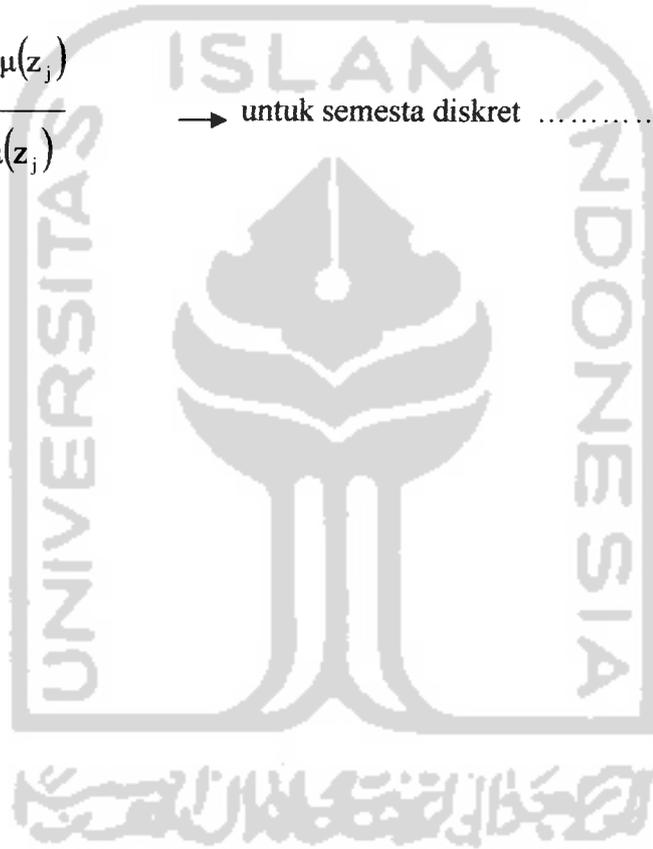
Input dari proses defuzzy adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan Fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan

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.

Metode Centroid (*Composite Moment*), solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad \rightarrow \text{untuk semesta kontinu} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad \rightarrow \text{untuk semesta diskret} \dots\dots\dots(2.17)$$



## **BAB III**

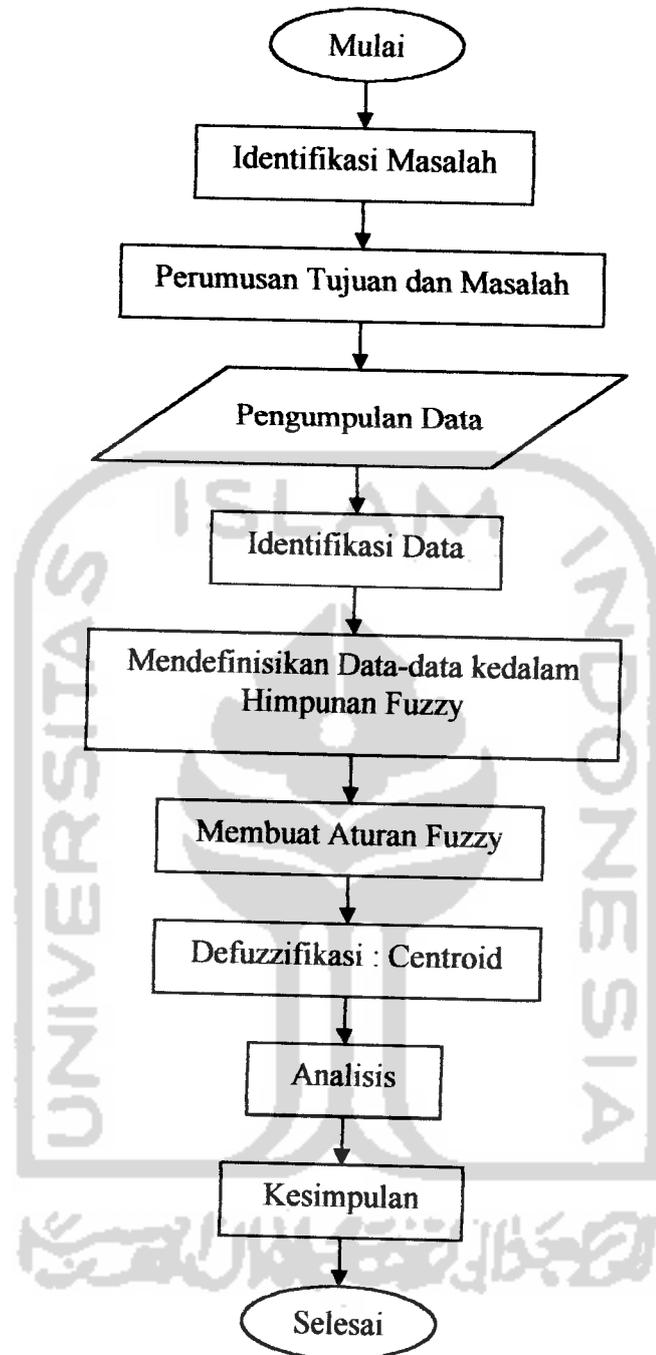
### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai kerangka berpikir yang penulis gunakan dan tahap-tahap dalam penelitian dan pemecahan masalah mulai dari awal penelitian yaitu identifikasi permasalahan sampai akhir pemecahan masalah yaitu kesimpulan yang dapat ditarik setelah melakukan pemecahan masalah.

#### **3.1 Langkah-langkah Penelitian**

Sesuai dengan yang telah diuraikan pada bab pendahuluan, permasalahan pokok yang dibahas dalam penelitian ini adalah masalah penentuan jumlah teller dengan menggunakan sistem inference fuzzy.

Agar uraian mengenai langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini lebih mudah dipahami dan lebih sistematis maka digambarkan dalam diagram alir berikut (Gambar 3.1). Gambar tersebut menggambarkan langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini mulai dari awal penelitian sampai akhir pemecahan masalah.



**Gambar 3.1** Langkah-langkah penelitian

### 3.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan pokok yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah menentukan jumlah teller menggunakan Logika Fuzzy dengan Metode Defuzzy Centroid. Dalam penelitian ini variabel input yang digunakan yaitu : tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, waktu menganggur, waktu tunggu dan biaya pelayanan. Sedangkan variabel output adalah jumlah teller itu sendiri dan faktor lain yang tidak diperhitungkan disini.

### 3.3 Perumusan Tujuan dan Masalah

Seperti yang telah diuraikan pada bab pendahuluan, permasalahan pokok dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah penentuan jumlah teller yang akan dihasilkan dengan pendekatan fuzzy berdasarkan Metode Defuzzifikasi Centroid.

### 3.4 Pengumpulan Data

Berdasarkan sumber yang diperoleh data dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Data Primer
  - a. Data yang diperoleh dari wawancara secara langsung sehubungan dengan perencanaan tenaga kerja, seperti :
    - a.1 Data jumlah teller yang tersedia (teller)
    - a.2 Data biaya penambahan pelayanan (Rp/jam)
    - a.3 Data waktu tunggu nasabah untuk dilayani teller (jam)
  - b. Data yang diperoleh dari pengamatan lapangan, seperti :
    - b.1 Data tingkat kedatangan pelanggan per satuan waktu (orang/jam)
    - b.2 Data tingkat pelayanan pelanggan per satuan waktu (orang/jam)
    - b.3 Data persentase waktu menganggur teller per satuan waktu (%)

## 2. Data Sekunder

- a. Data yang diperoleh dari data yang telah disediakan oleh perusahaan untuk publik dan merupakan data historis atau data masa lalu.
- b. Data yang diperoleh dari beberapa sumber bacaan (study literatur), seperti buku, majalah dan artikel yang ada kaitannya dengan kasus ini.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan, antara lain :

### 1. Observasi

Penelitian dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan.

### 2. Wawancara

Pengumpulan data dengan tanya jawab sepihak yang dilakukan dengan sistematis dan berlandaskan kepada tujuan penelitian.

### 3. Study Pustaka

Merupakan penelitian dengan mempelajari literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada sebagai landasan teori yang kuat dalam memecahkannya.

## 3.5 Identifikasi Data

Berdasarkan data yang diperoleh, selanjutnya data akan diolah menggunakan metode yang mendukung tercapainya tujuan dari penelitian, yaitu :

### 1. Mendefinisikan variabel kedalam himpunan fuzzy

Dari variabel-variabel yang telah diperoleh, dalam hal ini berupa data historis dan hasil pengamatan, dibentuk himpunan fuzzy yang berkaitan dalam membentuk himpunan fuzzy diperhatikan domain yang terbentuk. Variabel input adalah tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, aspirasi waktu

mengganggu, aspirasi waktu tunggu dan biaya pelayanan. Variabel output adalah jumlah teller.

2. Membuat aturan fuzzy

Aturan pada suatu model fuzzy menunjukkan bagaimana suatu system akan beroperasi. Secara umum dituliskan :

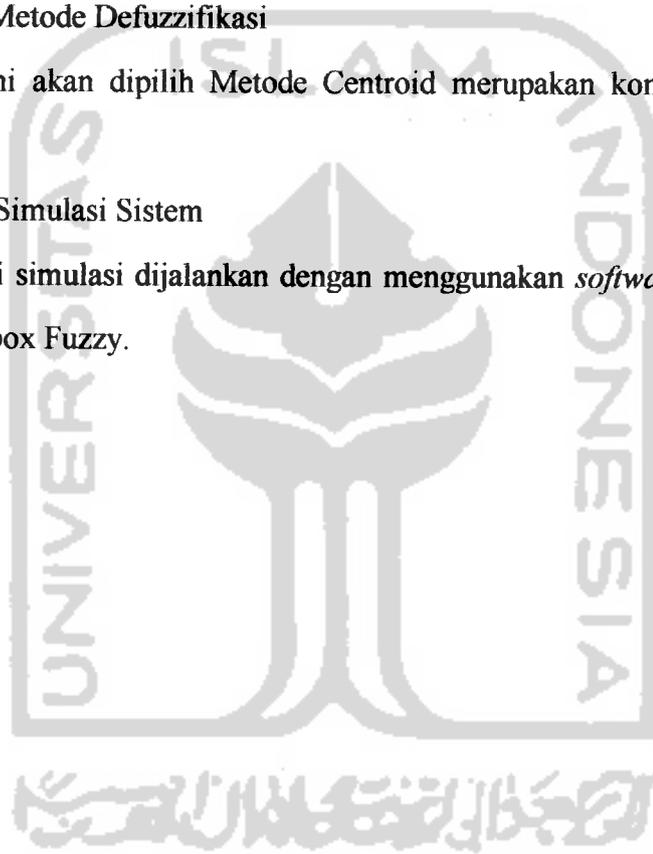
IF  $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x_N \text{ is } A_N)$  THEN  $y \text{ is } B$   
dengan  $\bullet$  adalah operator (misal : OR atau AND).

3. Menentukan Metode Defuzzifikasi

Pada tahap ini akan dipilih Metode Centroid merupakan konsekuensi dari daerah fuzzy.

4. Menjalankan Simulasi Sistem

Pada tahap ini simulasi dijalankan dengan menggunakan *software* MATLAB 6.1 plus Toolbox Fuzzy.



## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data pengamatan yang ada merupakan hasil pengamatan selama 10 hari yang dilakukan di bagian pelayanan untuk setoran dan tarikan tunai uang melalui teller di Bank Central Asia (BCA) KCU Purwodadi yang beralamatkan di Jalan MT. Haryono No. 1 Purwodadi-Grobogan.

Penelitian dilaksanakan tanggal 28 Oktober 2006 sampai dengan 11 November 2006 pada hari kerja yaitu Senin-Jumat dari pukul 08.31-14.30 WIB.

##### 4.1.1 Data tingkat kedatangan

Tingkat kedatangan adalah jumlah nasabah yang melakukan transaksi setoran dan tarikan tunai uang dibagian teller per satuan waktu. Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa rata-rata tingkat kedatangan adalah 56 orang/jam, jumlah tingkat kedatangan minimal adalah 37 orang/jam, sedangkan tingkat kedatangan maksimal adalah 72 orang/jam. (Lampiran 2)

**Tabel 4.1** Data Tingkat Kedatangan

Jam Kerja Ke-	Tingkat Kedatangan (Orang/jam)
1	59
2	52
3	58
4	49
5	50
6	62

#### 4.1.2 Data tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan adalah jumlah nasabah yang dapat dilayani teller per satuan waktu. Tingkat pelayanan dihitung sejak nasabah mulai dilayani sampai selesai dilayani teller. Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa rata-rata tingkat pelayanan adalah 12 orang/jam, jumlah tingkat pelayanan minimal adalah 9 orang/jam, sedangkan jumlah tingkat pelayanan maksimal adalah 17 orang/jam.

(Lampiran 3)

**Tabel 4.2** Data Tingkat Pelayanan

Jam Kerja Ke-	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)
1	13
2	13
3	13
4	12
5	11
6	10

#### 4.1.3 Data waktu menganggur teller

Aspirasi waktu menganggur teller adalah waktu menganggur teller yang ditolerir oleh perusahaan. Waktu menganggur adalah waktu dimana teller tidak melakukan kegiatan apapun yang berhubungan dengan tugas teller selama jam kerja. Data Waktu menganggur teller yang ditolerir perusahaan diperoleh dengan wawancara dengan kepala Bank BCA. Waktu menganggur teller minimal adalah 3 menit (5 %), sedangkan waktu menganggur maksimal 5 menit (8,333 %).

**Tabel 4.3 Data Waktu Mengganggu Teller**

Jam Kerja Ke-	Waktu Mengganggu (Menit)	Waktu Mengganggu (%)
1	3	5
2	5	8,333
3	3	5
4	5	8,333
5	3	5
6	3	5

#### 4.1.4 Data waktu tunggu

Aspirasi waktu tunggu adalah waktu tunggu dalam sistem yang ditolerir nasabah. Berdasarkan wawancara diketahui bahwa rata-rata waktu tunggu adalah 0,092 jam (5 menit), waktu tunggu minimal adalah 0,050 jam (3 menit), sedangkan waktu tunggu maksimal adalah 0,250 jam (15 menit).

**Tabel 4.4 Data Waktu Tunggu**

Waktu Tunggu Yang Ditolerir Nasabah					
Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit
0,067	4	0,083	5	0,050	3
0,067	4	0,100	6	0,050	5
0,117	7	0,050	3	0,067	4
0,133	8	0,083	5	0,117	7
0,167	10	0,050	3	0,117	7
0,050	3	0,133	8	0,167	10
0,100	6	0,100	6	0,083	5
0,050	3	0,067	4	0,100	6
0,050	3	0,067	4	0,083	5
0,117	7	0,100	6	0,167	10

#### 4.1.5 Data biaya pelayanan

Biaya pelayanan adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap satuan waktu oleh perusahaan untuk membeli atau menyewa perlengkapan dan peralatan, serta membayar gaji teller.

Data-data penambahan 1 unit pelayanan teller adalah sebagai berikut :

1. Investasi fasilitas teller (meja dan kursi), meja Rp. 1.500.000,00 umur ekonomis 4 tahun, sedangkan kursi Rp. 1.000.000,00 umur ekonomis 8 tahun.
2. Investasi perlengkapan (1 unit komputer, printer, alat sensor uang, mesin hitung uang dan mesin edisi). 1 unit komputer Rp. 6.500.000,00, printer Rp. 500.000,00, alat sensor uang Rp. 4.500.000,00, mesin edisi Rp. 2.000.000,00, mesin hitung uang Rp. 12.000.000,00 dengan umur ekonomis 4 tahun.
3. Gaji Teller junior perbulan Rp. 1.800.000,00
4. Biaya sewa komputer adalah Rp. 252.000,00/bulan.

Ketentuan dari pihak perusahaan bahwa :

1. Terdapat 22 hari kerja perbulan dengan 7 jam kerja/hari dan istirahat 30 menit/hari
2. Biaya sewa komputer adalah Rp. 210.000,00/bulan
3. Untuk pemakaian printer dan alat sensor uang, 1 alat digunakan untuk 2 teller, sedangkan pemakaian mesin hitung uang, 1 alat digunakan untuk 3 teller.

Biaya yang harus dikeluarkan BCA untuk penambahan 1 unit teller adalah:

- Harga sewa komputer Rp. 1.000,00/hari, maka harga sewa 1 bulan :

$$\begin{aligned} \text{Harga sewa} &= 30 \text{ hari} * 7 \text{ jam kerja} * \text{Rp } 1.000,00 \\ &= \text{Rp. } 210.000,00/\text{bulan} \end{aligned}$$

Maka biaya sewa komputer/jam :

$$= \frac{\text{harga sewa}}{\text{hari kerja/bulan} * \text{jam kerja/hari}}$$



$$= \frac{\text{Rp. 210.000,00}}{22 * 7} = \text{Rp. 1.363,64/jam}$$

- Dengan penggunaan 1 mesin hitung uang untuk 3 teller, maka biaya investasi perlengkapan menjadi :

Harga investasi perlengkapan :

1 printer (untuk 2 teller)	= Rp. 250.000,00
1 mesin edisi	= Rp. 2.000.000,00
1 alat sensor uang	= Rp. 2.250.000,00
1 mesin hitung uang (untuk 3 teller)	= Rp. 4.000.000,00 +
	Rp. 8.500.000,00
= $\frac{\text{investasi/th}}{\text{umur ekonomis(bulan) * hari kerja/bulan * jam kerja/hari}}$	
	= $\frac{\text{Rp. 8.500.000,00}}{48 * 22 * 7} = \text{Rp. 1.149,89/jam}$

Total biaya investasi perlengkapan adalah

$$= \text{Biaya sewa komputer} + \text{Biaya investasi perlengkapan}$$

$$= \text{Rp. 1.363,64} + \text{1.149,89}$$

$$= \text{Rp. 2.513,53}$$

Total biaya penambahan teller/jam

$$= \text{Biaya investasi meja- kursi} + \text{biaya investasi perlengkapan} + \text{gaji teller}$$

$$= \text{Rp 270,56} + \text{Rp 2.513,53} + \text{Rp 11.688,31}$$

$$= \text{Rp 14.472,40/jam}$$

Biaya pelayanan minimal Rp. 14.258,65/jam diperoleh berdasarkan total dari harga beli barang saat ini, penggunaan mesin hitung uang untuk 2 teller dan gaji junior. Sedangkan biaya pelayanan maksimal diperoleh berdasarkan total dari harga sewa maksimal komputer, pemakaian mesin hitung uang untuk 2 teller dan gaji teller junior, yaitu Rp. 15.015,68/jam. (Lampiran 4)

**Tabel 4.5 Data Biaya Pelayanan**

Jam Kerja Ke-	Biaya Pelayanan (Rp./jam)
1	14.472,40
2	14.472,40
3	14.472,40
4	14.472,40
5	14.472,40
6	14.472,40

#### 4.1.6 Data jumlah teller

Fasilitas teller yang tersedia di BCA sebanyak 10 Teller, akan tetapi dari jumlah tersebut 3 Teller untuk Kabag Teller dan *Customer Service* sedangkan 7 teller berfungsi melayani nasabah untuk transaksi setoran dan tarikan tunai uang. Dari 7 teller tersebut, 2 teller berfungsi sebagai teller tambahan yang beroperasi kurang dari jam kerja, sedangkan 5 teller lainnya berfungsi sebagai teller utama. Pada saat jam istirahat khusus hari Jumat, teller yang beroperasi sebanyak 4 teller.

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Menentukan variabel dan semesta pembicaraan

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel input dan variabel output. Variabel input terdiri dari tingkat kedatangan, waktu pelayanan, waktu tunggu, biaya fasilitas dan waktu menganggur. Sedangkan variabel output adalah jumlah teller.

Untuk menentukan semesta pembicaraan masing-masing variabel yang akan digunakan, maka langkahnya adalah :

1. Batas bawah semesta pembicaraan variabel tingkat kedatangan, berdasarkan tingkat kedatangan minimal 37 orang/jam, sedangkan batas atas berdasarkan tingkat kedatangan maksimal 72 orang/jam.
2. Batas bawah semesta pembicaraan variabel tingkat pelayanan, berdasarkan waktu pelayanan minimal adalah 9 orang/jam, sedangkan batas atas berdasarkan waktu pelayanan maksimal adalah 13 orang/jam.
3. Batas bawah semesta pembicaraan variabel waktu menganggur, berdasarkan waktu menganggur minimum adalah 5 %, sedangkan batas atas waktu menganggur maksimum adalah 8,333 %.
4. Batas bawah semesta pembicaraan variabel waktu tunggu, berdasarkan waktu tunggu minimal adalah 0,050 jam, sedangkan batas atas berdasarkan waktu tunggu maksimal adalah 0,167 jam.
5. Batas bawah semesta pembicaraan variabel biaya pelayanan, berdasarkan biaya penambahan fasilitas minimum yaitu Rp 14.258,65/jam, sedangkan batas atas berdasarkan biaya penambahan fasilitas maksimum yaitu Rp 15.015,68/jam.
6. Batas bawah semesta pembicaraan variabel jumlah teller didapat dari jumlah teller minimal yang tersedia, yaitu 4 teller, sedangkan batas atas didapat dari jumlah teller maksimal yang tersedia yaitu 10 teller.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini :

**Tabel 4.6** Variabel dan Semesta Pembicaraan

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan	Keterangan
Input	Tingkat Kedatangan	[37; 72]	Orang/jam	Tingkat kedatangan orang /jam
	Tingkat Pelayanan	[9; 17]	Orang/jam	Nasabah yang dapat dilayani/jam
	Waktu Mengganggu	[5,000; 8,333]	%	Persentase Waktu mengganggu yang ditolerir perusahaan
	Waktu Tunggu	[0,050; 0,167]	Jam	Waktu tunggu yang ditolerir nasabah
	Biaya Pelayanan	[14.258,65; 15.015,68]	Rp/jam	Biaya yang dikeluarkan untuk penambahan 1 unit fasilitas teller/jam
Output	Jumlah Teller	[4; 10]	Teller	Jumlah teller yang tersedia

#### 4.2.2 Membentuk himpunan fuzzy

Langkah selanjutnya adalah membentuk himpunan fuzzy dan menentukan nilai domainnya.

Adapun himpunan-himpunan fuzzy yang digunakan setiap variabel seperti terlihat pada tabel 4.7 berikut ini :

**Tabel 4.7** Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Domain	Satuan
Input	Tingkat Kedatangan	SEDIKIT	[37; 55]	Orang /jam
		NORMAL	[46; 64]	
		BANYAK	[55; 72]	
	Tingkat Pelayanan	SEDIKIT	[9; 13]	Orang/jam
		NORMAL	[11; 15]	
		BANYAK	[13; 17]	
	Waktu Mengganggu	SEBENTAR	[5,000; 6,667]	%
		NORMAL	[5,833; 7,500]	
		LAMA	[6,667; 8,333]	
	Waktu Tunggu	SEBENTAR	[0,050; 0,108]	Jam
		NORMAL	[0,079; 0,138]	
		LAMA	[0,108; 0,167]	
	Biaya Pelayanan	MURAH	[14.258,65; 14.637,17]	Rp/jam
		NORMAL	[14.447,91; 14.826,43]	
		MAHAL	[14.637,17; 15.015,68]	
Output	Jumlah Teller	SEDIKIT	[4; 7]	Teller
		NORMAL	[5; 9]	
		BANYAK	[7;10]	

Dalam membentuk himpunan fuzzy dapat dilakukan dengan langkah berikut :

Untuk menentukan himpunan fuzzy belum ada rumus yang baku, tetapi agar perhitungannya jelas maka penulis menggunakan rumus : (Rahmawati, 2005:51)

### Variabel Tingkat Kedatangan

- Domain himpunan fuzzy Tingkat Kedatangan **SEDIKIT** [37; 55]. 37 adalah batas bawah, sedangkan 55 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{37 + 72}{2} = 55$$

- Domain himpunan fuzzy Tingkat Kedatangan **NORMAL** [46; 64]. 46 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \text{bts atas smst pmbc}}{2}}{2}$$

$$= \frac{37 + 55}{2} = 46$$

64 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \text{bts atas smst pmbc}}{2} + \text{bts atas smst pmbc}}{2}$$

$$= \frac{55 + 72}{2} = 64$$

- Domain himpunan fuzzy Tingkat Kedatangan **TINGGI** [55; 72]. 55 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{37 + 72}{2} = 55$$

72 adalah batas atas semesta pembicaraan

Untuk domain himpunan fuzzy Tingkat Pelayanan **SEDIKIT**, Waktu Mengganggu **SEBENTAR**, Waktu Tunggu **SEBENTAR**, Biaya Pelayanan **MURAH** dan Jumlah Teller **SEDIKIT** menggunakan langkah yang sama dengan

langkah untuk mendapatkan domain himpunan fuzzy Tingkat Kedatangan SEDIKIT. (Lampiran 5)

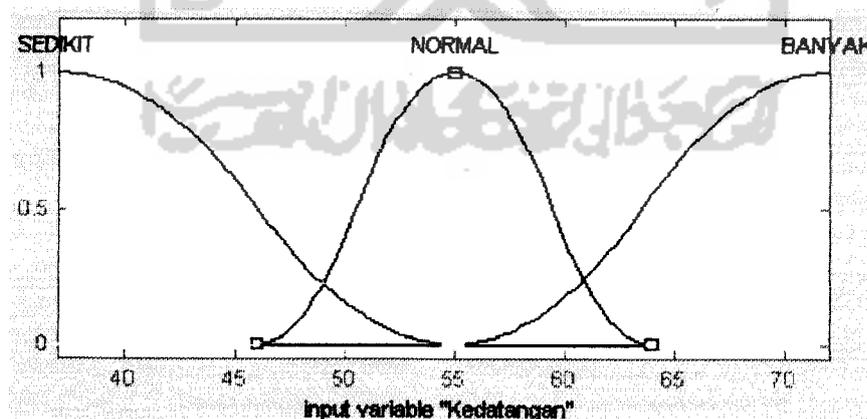
Untuk domain himpunan fuzzy Tingkat Pelayanan NORMAL, Waktu Mengganggu NORMAL, Waktu Mengganggu NORMAL, Biaya Pelayanan NORMAL dan Jumlah Teller NORMAL menggunakan langkah yang sama dengan langkah untuk mendapatkan domain himpunan fuzzy Tingkat Kedatangan NORMAL. (Lampiran 5)

Untuk domain himpunan fuzzy Tingkat Pelayanan BANYAK, Waktu Mengganggu LAMA, Waktu Tunggu LAMA, Biaya Pelayanan MAHAL dan Jumlah Teller BANYAK menggunakan langkah sama dengan langkah untuk domain himpunan fuzzy Tingkat Kedatangan BANYAK. (Lampiran 5)

#### 4.2.3 Pembuatan fungsi keanggotaan variabel

##### 1. Fungsi keanggotaan variabel Tingkat Kedatangan

Untuk mempresentasikan variabel Tingkat Kedatangan digunakan kurva-S (Signoid) Penyusutan untuk himpunan SEDIKIT dan kurva Pertumbuhan untuk himpunan BANYAK, sedangkan untuk himpunan NORMAL digunakan kurva  $\pi$ .



**Gambar 4.1** Representasi Variabel Tingkat Kedatangan

Fungsi keanggotaan pada kurva SEDIKIT adalah :

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 1 - 2\left(\frac{x - \alpha}{\gamma - \alpha}\right)^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 2\left(\frac{\gamma - x}{\gamma - \alpha}\right)^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \quad (\text{Rumus 2.14})$$

$$\mu_{\text{tkSEDIKIT}} = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq 37 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 37}{55 - 37}\right)^2 & \rightarrow 37 \leq x \leq 46 \\ 2\left(\frac{55 - x}{55 - 37}\right)^2 & \rightarrow 46 \leq x \leq 55 \\ 0 & \rightarrow x \geq 55 \end{cases}$$

Fungsi Keanggotaan NORMAL :

$$\pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left(x; \gamma - \beta, \gamma - \frac{\beta}{2}, \gamma\right) & \rightarrow x \leq \gamma \\ 1 - S\left(x; \gamma, \gamma + \frac{\beta}{2}, \gamma + \beta\right) & \rightarrow x > \gamma \end{cases} \quad (\text{Rumus 2.15})$$

$$\mu_{\text{tkNORMAL}} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 46 \text{ atau } x \geq 64 \\ 2\left(\frac{x - 46}{55 - 46}\right)^2 & \rightarrow 46 \leq x \leq 51 \\ 1 - 2\left(\frac{55 - x}{55 - 46}\right)^2 & \rightarrow 51 \leq x \leq 55 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 55}{64 - 55}\right)^2 & \rightarrow 55 \leq x \leq 60 \\ 2\left(\frac{64 - x}{64 - 60}\right)^2 & \rightarrow 60 \leq x \leq 64 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan pada kurva BANYAK adalah :

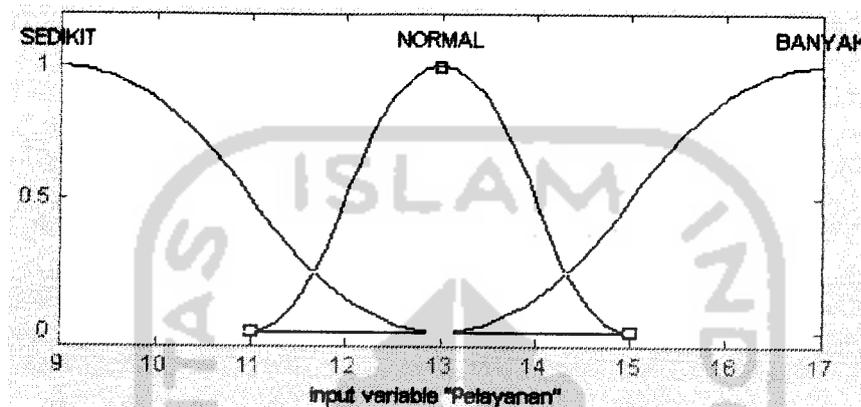
$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 2\left(\frac{x - \alpha}{\gamma - \alpha}\right)^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2\left(\frac{\gamma - x}{\gamma - \alpha}\right)^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \quad (\text{Rumus 2.13})$$

$$\mu_{\text{tkBANYAK}} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 55 \\ 2\left(\frac{x - 55}{72 - 55}\right)^2 & \rightarrow 55 \leq x \leq 64 \\ 1 - 2\left(\frac{72 - x}{72 - 55}\right)^2 & \rightarrow 64 \leq x \leq 72 \\ 1 & \rightarrow x \geq 72 \end{cases}$$



## 2. Fungsi keanggotaan variabel Tingkat Pelayanan

Untuk mempresentasikan variabel Tingkat Pelayanan digunakan kurva-S (Signoid) Penyusutan untuk himpunan SEDIKIT dan kurva Pertumbuhan untuk himpunan BANYAK, sedangkan untuk himpunan NORMAL digunakan kurva  $\pi$ .



**Gambar 4.2** Representasi Variabel Tingkat Pelayanan

Fungsi keanggotaannya adalah :

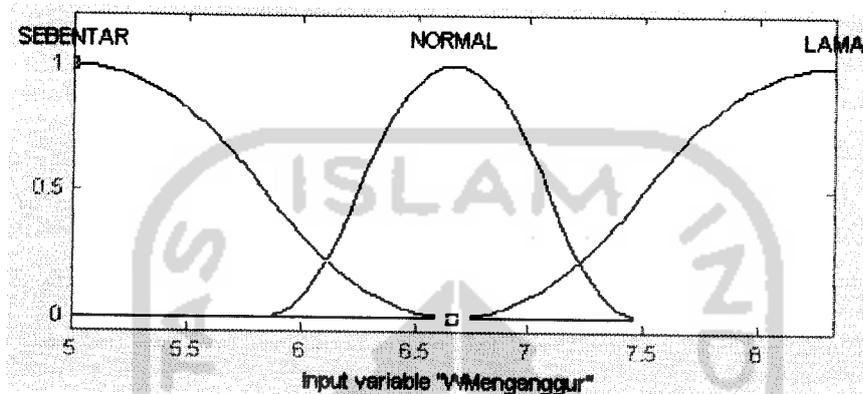
$$\mu_{\text{tpSEDIKIT}} = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq 9 \\ 1 - 2\left(\frac{x-9}{13-9}\right)^2 & \rightarrow 9 \leq x \leq 11 \\ 2\left(\frac{13-x}{13-9}\right)^2 & \rightarrow 11 \leq x \leq 13 \\ 0 & \rightarrow x \geq 13 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tpNORMAL}} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 11 \text{ atau } x \geq 15 \\ 2\left(\frac{x-11}{13-11}\right)^2 & \rightarrow 11 \leq x \leq 12 \\ 1 - 2\left(\frac{13-x}{13-11}\right)^2 & \rightarrow 12 \leq x \leq 13 \\ 1 - 2\left(\frac{x-13}{15-13}\right)^2 & \rightarrow 13 \leq x \leq 14 \\ 2\left(\frac{15-x}{15-13}\right)^2 & \rightarrow 14 \leq x \leq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tpBANYAK}} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 13 \\ 2\left(\frac{x-13}{17-13}\right)^2 & \rightarrow 13 \leq x \leq 15 \\ 1 - 2\left(\frac{17-x}{17-13}\right)^2 & \rightarrow 15 \leq x \leq 17 \\ 1 & \rightarrow x \geq 17 \end{cases}$$

### 3. Fungsi keanggotaan variabel Waktu Mengganggu

Untuk mempresentasikan variabel Waktu Mengganggu digunakan kurva-S (Signoid) Penyusutan untuk himpunan SEBENTAR dan kurva Pertumbuhan untuk himpunan LAMA, sedangkan himpunan NORMAL menggunakan kurva  $\pi$ .



**Gambar 4.3** Representasi Variabel Waktu Mengganggu

Fungsi keanggotaannya adalah :

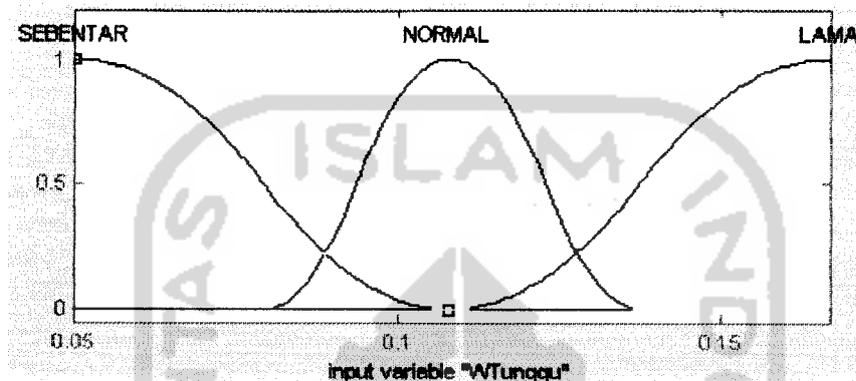
$$\mu_{wmSEBENTAR} = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq 5,000 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 5,000}{6,667 - 5,000}\right)^2 & \rightarrow 5,000 \leq x \leq 5,833 \\ 2\left(\frac{6,667 - x}{6,667 - 5,000}\right)^2 & \rightarrow 5,833 \leq x \leq 6,667 \\ 0 & \rightarrow x \geq 6,667 \end{cases}$$

$$\mu_{wmNORMAL} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 5,833 \text{ atau } x \geq 7,500 \\ 2\left(\frac{x - 5,833}{6,667 - 5,833}\right)^2 & \rightarrow 5,833 \leq x \leq 6,250 \\ 1 - 2\left(\frac{6,667 - x}{6,667 - 5,833}\right)^2 & \rightarrow 6,250 \leq x \leq 6,667 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 6,667}{7,500 - 6,667}\right)^2 & \rightarrow 6,667 \leq x \leq 7,084 \\ 2\left(\frac{7,500 - x}{7,500 - 6,667}\right)^2 & \rightarrow 7,084 \leq x \leq 7,500 \end{cases}$$

$$\mu_{wmLAMA} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 6,667 \\ 2\left(\frac{x - 6,667}{8,333 - 6,667}\right)^2 & \rightarrow 6,667 \leq x \leq 7,500 \\ 1 - 2\left(\frac{8,333 - x}{8,333 - 6,667}\right)^2 & \rightarrow 7,500 \leq x \leq 8,333 \\ 1 & \rightarrow x \geq 8,333 \end{cases}$$

#### 4. Fungsi keanggotaan variabel Waktu Tunggu

Untuk mempresentasikan variabel Waktu Tunggu digunakan kurva-S (Signoid) Penyusutan untuk himpunan SEBENTAR dan kurva Pertumbuhan untuk himpunan LAMA, sedangkan himpunan NORMAL menggunakan kurva  $\pi$ .



**Gambar 4.4** Representasi Variabel Waktu Tunggu

Fungsi keanggotaannya adalah :

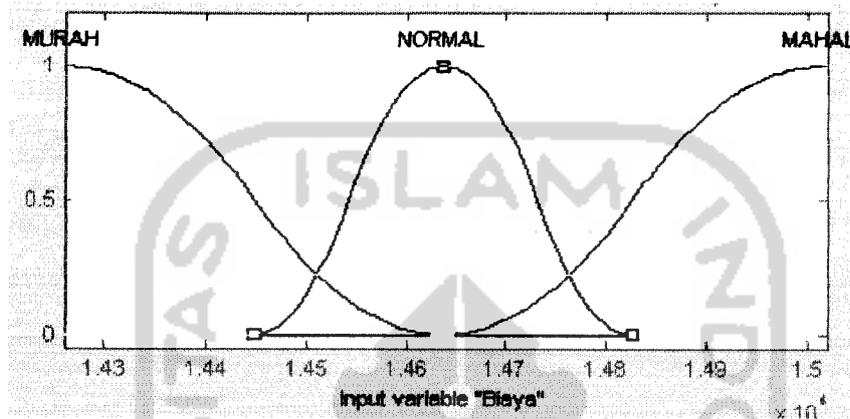
$$\mu_{wtSEBENTAR} = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq 0,050 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 0,050}{0,108 - 0,050}\right)^2 & \rightarrow 0,050 \leq x \leq 0,079 \\ 2\left(\frac{0,108 - x}{0,108 - 0,050}\right)^2 & \rightarrow 0,079 \leq x \leq 0,108 \\ 0 & \rightarrow x \geq 0,108 \end{cases}$$

$$\mu_{wtNORMAL} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 0,079 \text{ atau } x \geq 0,138 \\ 2\left(\frac{x - 0,079}{0,108 - 0,079}\right)^2 & \rightarrow 0,079 \leq x \leq 0,094 \\ 1 - 2\left(\frac{0,108 - x}{0,108 - 0,079}\right)^2 & \rightarrow 0,094 \leq x \leq 0,108 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 0,108}{0,138 - 0,108}\right)^2 & \rightarrow 0,108 \leq x \leq 0,123 \\ 2\left(\frac{0,138 - x}{0,138 - 0,108}\right)^2 & \rightarrow 0,123 \leq x \leq 0,138 \end{cases}$$

$$\mu_{wtLAMA} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 0,108 \\ 2\left(\frac{x - 0,108}{0,167 - 0,108}\right)^2 & \rightarrow 0,108 \leq x \leq 0,138 \\ 1 - 2\left(\frac{0,167 - x}{0,167 - 0,108}\right)^2 & \rightarrow 0,138 \leq x \leq 0,167 \\ 1 & \rightarrow x \geq 0,167 \end{cases}$$

### 5. Fungsi keanggotaan variabel Biaya Pelayanan

Untuk mempresentasikan variabel Biaya Pelayanan digunakan kurva-S (Signoid) Penyusutan untuk himpunan MURAH dan kurva Pertumbuhan untuk himpunan MAHAL, sedangkan himpunan NORMAL menggunakan kurva  $\pi$ .



**Gambar 4.5** Representasi Variabel Biaya Pelayanan

Fungsi keanggotaannya adalah :

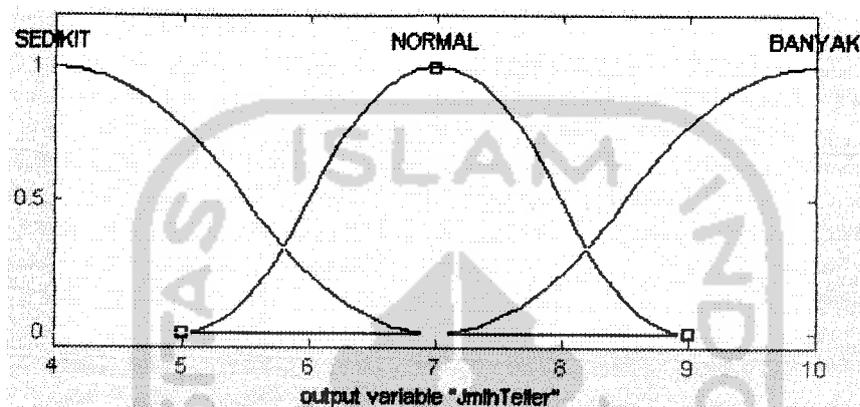
$$\mu_{bpMURAH} = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq 14258,65 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 14258,68}{14637,17 - 14258,65}\right)^2 & \rightarrow 14258,65 \leq x \leq 14447,91 \\ 2\left(\frac{14637,17 - x}{14637,17 - 14258,65}\right)^2 & \rightarrow 14447,91 \leq x \leq 14637,17 \\ 0 & \rightarrow x \geq 14637,17 \end{cases}$$

$$\mu_{bpNORMAL} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 14447,91 \text{ atau } x \geq 14826,43 \\ 2\left(\frac{x - 14447,91}{14637,17 - 14447,91}\right)^2 & \rightarrow 14447,91 \leq x \leq 14542,54 \\ 1 - 2\left(\frac{14637,17 - x}{14637,17 - 14447,91}\right)^2 & \rightarrow 14542,52 \leq x \leq 14637,17 \\ 1 - 2\left(\frac{x - 14637,17}{14826,43 - 14637,17}\right)^2 & \rightarrow 14637,17 \leq x \leq 14731,80 \\ 2\left(\frac{14826,43 - x}{14826,43 - 14637,17}\right)^2 & \rightarrow 14731,80 \leq x \leq 14826,43 \end{cases}$$

$$\mu_{bpMAHAL} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 14637,17 \\ 2\left(\frac{x - 14637,17}{15015,68 - 14637,17}\right)^2 & \rightarrow 14637,17 \leq x \leq 14826,43 \\ 1 - 2\left(\frac{15015,68 - x}{15015,68 - 14637,17}\right)^2 & \rightarrow 14826,43 \leq x \leq 15015,68 \\ 1 & \rightarrow x \geq 15015,68 \end{cases}$$

## 6. Fungsi keanggotaan variabel Jumlah Teller

Untuk mempresentasikan variabel Tingkat Pelayanan digunakan kurva-S (Signoid) Penyusutan untuk himpunan SEDIKIT dan kurva Pertumbuhan untuk himpunan BANYAK, sedangkan untuk himpunan NORMAL digunakan kurva  $\pi$ .



Gambar 4.6 Representasi variabel Jumlah Teller

Fungsi keanggotaannya adalah :

$$\mu_{jtSEDIKIT} = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq 4 \\ 1 - 2\left(\frac{x-4}{7-4}\right)^2 & \rightarrow 4 \leq x \leq 5 \\ 2\left(\frac{7-x}{7-4}\right)^2 & \rightarrow 5 \leq x \leq 7 \\ 0 & \rightarrow x \geq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{jtNORMAL} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 5 \text{ atau } x \geq 9 \\ 2\left(\frac{x-5}{7-5}\right)^2 & \rightarrow 5 \leq x \leq 6 \checkmark \\ 1 - 2\left(\frac{7-x}{7-5}\right)^2 & \rightarrow 6 \leq x \leq 7 \\ 1 - 2\left(\frac{x-7}{9-7}\right)^2 & \rightarrow 7 \leq x \leq 8 \\ 2\left(\frac{9-x}{9-7}\right)^2 & \rightarrow 8 \leq x \leq 9 \checkmark \end{cases}$$

$$\mu_{jtBANYAK} = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq 7 \\ 2\left(\frac{x-7}{10-7}\right)^2 & \rightarrow 7 \leq x \leq 9 \\ 1 - 2\left(\frac{10-x}{10-7}\right)^2 & \rightarrow 9 \leq x \leq 10 \\ 1 & \rightarrow x \geq 10 \end{cases}$$

### 4.2.3 Membuat aturan fuzzy

Berdasarkan data-data yang ada dapat dibentuk aturan fuzzy untuk menentukan jumlah teller, yaitu :

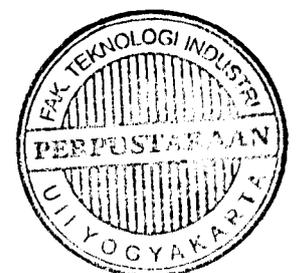
- [R1] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R2] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R3] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is LAMA) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R4] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is LAMA) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R5] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R6] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is

- NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R7] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is LAMA) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R8] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is LAMA) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R9] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R10] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R11] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R12] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);

- [R13] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is LAMA) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R14] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R15] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R16] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R17] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is LAMA) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Biaya Pelayanan is MURAH) then (Jumlah Teller is SEDIKIT);
- [R18] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Mengganggu is LAMA) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R19] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu

- is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R20] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R21] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R22] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R23] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R24] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R25] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R26] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu

- is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R27] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Menganggur is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R28] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Menganggur is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R29] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R30] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R31] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is BANYAK) and (Waktu Menganggur is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R32] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Menganggur is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);



- [R33] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R34] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R35] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R36] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Mengganggu is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK);
- [R37] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);
- [R38] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Biaya Pelayanan is MAHAL) then (Jumlah Teller is BANYAK),

#### 4.2.5 Defuzzifikasi

Hasil defuzzifikasi dengan Metode Centroid berdasarkan hasil pengolahan software MATLAB 6.1 plus Toolbox fuzzy adalah : (Lampiran 9)

**Tabel 4.8** Hasil Defuzzifikasi dengan Metode Centroid

Jam Kerja Ke-	Tingkat Kedatangan (Orang/jam)	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)	Waktu Menganggur (%)	Waktu Tunggu (Jam)	Biaya Pelayanan (Rp/jam)	Jumlah Teller Fuzzy Rata-rata/jam (Teller)
1	59	13	5	0,092	14.472,40	6
2	52	13	8,333	0,092	14.472,40	6
3	58	13	5	0,092	14.472,40	6
4	49	12	8,333	0,092	14.472,40	6
5	50	11	5	0,092	14.472,40	7
6	62	10	5	0,092	14.472,40	7

#### 4.3 Perhitungan Manual

Pengolahan data menggunakan bantuan software 6.1 plus Toolbox fuzzy, dapat dijelaskan dalam perhitungan manual sebagai berikut :

##### 4.3.1 Nilai keanggotaan

Setelah menentukan variabel, semesta pembicaraan, membentuk himpunan fuzzy dan membuat fungsi keanggotaan masing-masing variabel, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai keanggotaan masing-masing himpunan fuzzy. Dalam mencari nilai keanggotaan dapat dilakukan dengan langkah :

Misal saat jam kerja kelima akan dijadikan input, dimana tingkat kedatangan 50 orang/jam, tingkat pelayanan 11 orang/jam, waktu menganggur 5 %, waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan sebesar Rp. 14.472,40/jam.

##### 1. Variabel tingkat kedatangan

$$\begin{aligned}
 \mu_{\text{tkSEDIKIT}}[50] &= 2((55-x)/(55-37))^2 \\
 &= 2((55-50)/(55-37))^2 \\
 &= 0,15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{tkNORMAL}[50] &= 2((x-46)/(55-46))^2 \\ &= 2((50-46)/(55-46))^2 \\ &= 0,39\end{aligned}$$

$$\mu_{tkBANYAK}[50] = 0$$

## 2. Variabel tingkat pelayanan

$$\begin{aligned}\mu_{wpSEDIKIT}[11] &= 2((13-x)/(13-9))^2 \\ &= 2((13-11)/(13-9))^2 \\ &= 0,5\end{aligned}$$

$$\mu_{wpNORMAL}[13] = 0$$

$$\mu_{wpBANYAK}[13] = 0$$

## 3. Variabel waktu menganggur

$$\mu_{wmSEBENTAR}[5] = 1$$

$$\mu_{wmNORMAL}[5] = 0$$

$$\mu_{wmLAMA}[5] = 0$$

## 4. Variabel waktu tunggu

$$\begin{aligned}\mu_{wtSEBENTAR}[0,092] &= 2((0,108-x)/(0,108-0,050))^2 \\ &= 2((0,108-0,092)/(0,108-0,050))^2 \\ &= 0,15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{wtNORMAL}[0,092] &= 2((x-0,079)/(0,108-0,079))^2 \\ &= 2((0,092-0,079)/(0,108-0,079))^2 \\ &= 0,12\end{aligned}$$

$$\mu_{wtLAMA}[0,092] = 0$$

## 5. Variabel biaya pelayanan

$$\begin{aligned}\mu_{bfMURAH}[14472,40] &= 2((14637,17-x)/(14637,17-14258,65))^2 \\ &= 2((14637,17-14472,40)/(14637,17-14258,65))^2 \\ &= 0,38\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{bfNORMAL}[14472,40] &= 2((x-14447,91)/(14637,17-14447,91))^2 \\
&= 2(14472,40-14447,91)/(14637,17-14447,91)^2 \\
&= 0,03 \\
\mu_{bfMAHAL}[14472,40] &= 0
\end{aligned}$$

### 4.3.2 Aplikasi operator fuzzy

Aturan 1-19, 21, 23, 24, 26-38 memiliki nilai  $\mu_{predikat} = 0$

1. Aturan ke-20 :

[R20] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);

Operator yang digunakan adalah AND, sehingga :

$$\begin{aligned}
\alpha_{20} = \mu_{predikat} &= \min(\mu_{tkSEDIKIT}[50]; \mu_{wpSEDIKIT}[11]; \\
&\quad \mu_{wmSEBENTAR}[0,089]; \mu_{wtNORMAL}[0,117]; \\
&\quad \mu_{bpNORMAL}[14472,40]) \\
&= \min(0,15; 0,5; 1; 0,12; 0,03) \\
&= 0,03
\end{aligned}$$

[R25] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Tingkat Pelayanan is SEDIKIT) and (Waktu Mengganggu is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Biaya Pelayanan is NORMAL) then (Jumlah Teller is NORMAL);

Operator yang digunakan adalah AND, sehingga :

$$\begin{aligned} \alpha_{25} = \mu_{\text{predikat}} &= \min(\mu_{\text{tkNORMAL}}[50]; \mu_{\text{wpSEDIKIT}}[11]; \\ &\mu_{\text{wmSEBENTAR}}[0,089]; \mu_{\text{wtNORMAL}}[0,117]; \\ &\mu_{\text{bpNORMAL}}[14472,40] \\ &= \min(0,39; 0,5; 1; 0,12; 0,03) \\ &= 0,03 \end{aligned}$$

**Tabel 4.9** Aplikasi Operator Fuzzy pada saat Jam Kerja Kelima

Aturan	$\mu$ Tingkat Kedatangan	$\mu$ Tingkat Pelayanan	$\mu$ Waktu Mengganggu	$\mu$ Waktu Tunggu	$\mu$ Biaya Pelayanan	$\mu_{\text{predikat}}$
R1	0,15	0	0	0,15	0,38	0
R2	0,15	0	0	0,12	0,03	0
R3	0,15	0	0	0,15	0,38	0
R4	0,15	0	0	0,12	0,03	0
R5	0,15	0	0	0,15	0,38	0
R6	0,15	0	0	0,12	0,03	0
R7	0,15	0	0	0,15	0,38	0
R8	0,15	0	0	0,12	0,03	0
R9	0,39	0	1	0,15	0,38	0
R10	0,39	0	1	0,12	0,03	0
R11	0,39	0	0	0,15	0,38	0
R12	0,39	0	0	0,12	0,03	0
R13	0,39	0	0	0,15	0,38	0
R14	0,39	0	0	0,12	0,03	0
R15	0,39	0	0	0,15	0,38	0
R16	0,39	0	0	0,12	0,03	0
R17	0,39	0	0	0,15	0,38	0
R18	0,39	0	0	0,12	0,03	0
R19	0,15	0	1	0,12	0,03	0

R20	0,15	0,5	1	0,12	0,03	0,03
R21	0,15	0,5	1	0	0	0
R22	0,15	0,5	0	0,12	0,03	0
R23	0,15	0,5	0	0	0	0
R24	0,39	0	0	0	0	0
R25	0,39	0,5	1	0,12	0,03	0,03
R26	0,39	0,5	1	0	0	0
R27	0,39	0,5	0	0,12	0,03	0
R28	0,39	0,5	0	0	0	0
R29	0	0	1	0,12	0,03	0
R30	0	0	1	0	0	0
R31	0	0	0	0,12	0,03	0
R32	0	0,5	0	0	0	0
R33	0	0,5	1	0,12	0,03	0
R34	0	0	1	0	0	0
R35	0	0	0	0,12	0,03	0
R36	0	0	0	0	0	0
R37	0	0,5	1	0,12	0,03	0
R38	0	0,5	1	0,12	0,03	0

### 4.3.3 Komposisi Semua Output

Untuk mendapatkan komposisi output fuzzy dilakukan dengan Metode MAX.

Aturan ke- 20 dan 25 pada saat  $\mu_{\text{tNORMAL}}[z] = 0,03$  nilai  $z$  dapat ditentukan sebagai berikut :

$$0,03 = 2 \left( \frac{(z-5)}{(7-5)} \right)^2$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{0,015} = \frac{z-5}{2}$$

$$\Leftrightarrow 0,245 = z-5$$

$$\Leftrightarrow z = 5,25$$

atau

$$\begin{aligned} 0,03 &= 2\left(\frac{9-z}{9-7}\right)^2 \\ \Leftrightarrow \sqrt{0,015} &= \frac{9-z}{2} \\ \Leftrightarrow 0,245 &= 9-z \\ \Leftrightarrow z &= 8,76 \end{aligned}$$

$$\text{sehingga : } \mu_{FKR20,25} = \begin{cases} 0 & \rightarrow z \leq 5 \text{ atau } z \geq 9 \\ 2((z-5)/2)^2 & \rightarrow 5 \leq z \leq 5,25 \\ 0,03 & \rightarrow 5,25 \leq z \leq 8,76 \\ 2((9-z)/2)^2 & \rightarrow 8,76 \leq z \leq 9 \end{cases}$$

#### 4.3.4 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode Centroid. Untuk itu, pertama-tama kita hitung momen untuk setiap daerah.

##### 1. Menghitung momen

$$\begin{aligned} M1 &= \int_5^{5,25} 2\left(\left(\frac{z-5}{2}\right)\right)^2 z dz \quad (\text{Rumus 2.16}) \\ &= 2 \int_5^{5,25} \left(\frac{z^2 - 10z + 25}{4}\right) z dz \\ &= \frac{2}{4} \int_5^{5,25} (z^3 - 10z^2 + 25z) dz \\ &= \frac{1}{2} (0,25z^4 - 3,3333z^3 + 12,5z^2) \Big|_5^{5,25} \\ &= \frac{1}{2} ((189,9229 - 482,3389 + 344,53) - (156,25 - 416,6625 + 312,5)) \\ &= 0,0133 \end{aligned}$$

$$M2 = \int_{5,25}^{8,76} (0,03) z dz = 0,015z^2 \Big|_{5,25}^{8,76} = 0,1511 - 0,4134 = 0,7377$$

$$\begin{aligned}
 M3 &= \int_{8,76}^9 2 \left( \left( \frac{9-z}{2} \right) \right)^2 z \, dz \\
 &= 2 \int_{8,76}^9 \left( \left( \frac{81-18z-z^2}{4} \right) \right) z \, dz \\
 &= \frac{2}{4} \int_{8,76}^9 (81z - 10z^2 + z^3) \, dz \\
 &= \frac{1}{2} (40,5z^2 - 6z^3 + 0,25z^4) \Big|_{8,76}^9 \\
 &= \frac{1}{2} ((3280,5 - 4374 + 1640,25) - (3109,4076 - 4033,3283 + 1472,1648)) \\
 &= 0,0204
 \end{aligned}$$

$$(9-z)(9-z)$$

$$81 - 3z - 18z + z$$

$$(9-z)(9-z)$$

$$81 - 9z - 9z + z^2$$

$$\frac{81 - 18z + z^2}{4}$$

$$81z - 18z^2 +$$

## 2. Menghitung luas

$$\begin{aligned}
 A1 &= \int_5^{5,25} 2 \left( \left( \frac{5-z}{2} \right) \right)^2 dz \quad (\text{Rumus 2.17}) \\
 &= 2 \int_5^{5,25} \left( \left( \frac{z^2 - 10z + 25}{4} \right) \right) dz \\
 &= \frac{2}{4} (0,3333z^3 - 5z^2 + 25z) \Big|_5^{5,25} \\
 &= \frac{1}{2} ((48,2296 - 137,8125 + 131,25) - (41,6625 - 125 + 125)) \\
 &= 0,0023
 \end{aligned}$$

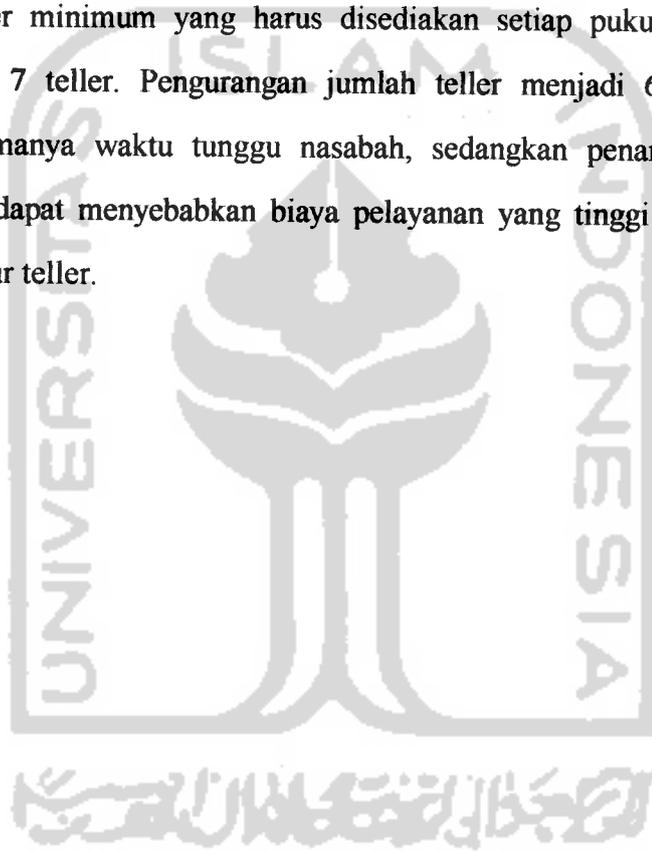
$$A2 = \int_{5,25}^{8,76} (0,03) \, dz = 0,03z \Big|_{5,25}^{8,76} = 0,2628 - 0,1575 = 0,1053$$

$$\begin{aligned}
 A3 &= \int_{8,76}^9 2 \left( \left( \frac{9-z}{2} \right) \right)^2 dz \\
 &= 2 \int_{8,76}^9 \left( \left( \frac{81-18z-z^2}{4} \right) \right) dz \\
 &= \frac{2}{4} (81z - 9z^2 - 0,3333z^3) \Big|_{8,76}^9 \\
 &= \frac{1}{2} ((729 - 729 + 242,9757) - (709,56 - 690,6384 + 224,0514)) \\
 &= 0,0021
 \end{aligned}$$

3. Menghitung titik pusat (terhadap z)

$$\begin{aligned}z &= \frac{M1 + M2 + M3}{A1 + A2 + A3} \\ &= \frac{0,0133 + 0,7377 + 0,0204}{0,0023 + 0,1053 + 0,0021} \\ &= 7,0319 \approx 7\end{aligned}$$

Jadi jumlah teller minimum yang harus disediakan setiap pukul 12.31-13.30 adalah sebanyak 7 teller. Pengurangan jumlah teller menjadi 6 teller dapat menyebabkan lamanya waktu tunggu nasabah, sedangkan penambahan teller menjadi 8 teller dapat menyebabkan biaya pelayanan yang tinggi dan lamanya waktu menganggur teller.



## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pembahasan Pengolahan Data Menggunakan Software Matlab 6.1 plus Toolbox Fuzzy**

Setelah dilakukan Defuzzy Metode Centroid diperoleh jumlah teller sebagai berikut :

1. Jam kerja pertama (08.31-09.30), dengan variabel input tingkat kedatangan 59 orang/jam, tingkat pelayanan 13 orang/jam, aspirasi waktu menganggur 5 %, aspirasi waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan Rp. 14.472,40 diperoleh jumlah teller fuzzy rata-rata/jam yang sesuai sebanyak 6 teller.
2. Jam kerja kedua (09.31-10.30), dengan variabel input tingkat kedatangan 52 orang/jam, tingkat pelayanan 13 orang/jam, aspirasi waktu menganggur 8,333 %, aspirasi waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan Rp. 14.472,40 diperoleh jumlah teller fuzzy rata-rata/jam yang sesuai sebanyak 6 teller.
3. Jam kerja ketiga (10.31-11.30), dengan variabel input tingkat kedatangan 58 orang/jam, tingkat pelayanan 13 orang/jam, aspirasi waktu menganggur 5 %, aspirasi waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan Rp. 14.472,40 diperoleh jumlah teller fuzzy rata-rata/jam yang sesuai sebanyak 6 teller.
4. Jam kerja keempat (11.31-12.30), dengan variabel input tingkat kedatangan 49 orang/jam, tingkat pelayanan 12 orang/jam, aspirasi waktu menganggur 5 %, aspirasi waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan Rp. 14.472,40 diperoleh jumlah teller fuzzy rata-rata/jam yang sesuai sebanyak 6 teller.
5. Jam kerja kelima (12.31-13.30), dengan variabel input tingkat kedatangan 50 orang/jam, tingkat pelayanan 11 orang/jam, aspirasi waktu menganggur 5 %, aspirasi waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan Rp. 14.472,40 diperoleh jumlah teller fuzzy rata-rata/jam yang sesuai sebanyak 6 teller.

aspirasi waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan Rp. 14.472,40 diperoleh jumlah teller fuzzy rata-rata/jam yang sesuai sebanyak 7 teller.

6. Jam kerja keenam (13.31-14.30), dengan variabel input tingkat kedatangan 62 orang/jam, tingkat pelayanan 13 orang/jam, aspirasi waktu menganggur 5 %, aspirasi waktu tunggu 0,092 jam dan biaya pelayanan Rp. 14.472,40 diperoleh jumlah teller fuzzy rata-rata/jam yang sesuai sebanyak 7 teller.

Pada saat jam kerja pertama, tingkat kedatangan nasabah dan tingkat pelayanan nasabah banyak. Tingkat pelayanan nasabah banyak disebabkan rata-rata waktu pelayanan nasabah membutuhkan waktu sebentar. Hal ini dapat menyebabkan teller sibuk karena banyaknya tingkat kedatangan nasabah dan waktu tunggu nasabah tinggi.

Pada saat jam kerja kedua, tingkat kedatangan nasabah normal dan tingkat pelayanan nasabah banyak. Tingkat pelayanan nasabah banyak disebabkan rata-rata waktu pelayanan nasabah membutuhkan waktu sebentar. Hal ini dapat menyebabkan teller menganggur.

Pada saat jam kerja ketiga, tingkat kedatangan nasabah dan tingkat pelayanan nasabah banyak. Tingkat pelayanan nasabah banyak disebabkan rata-rata waktu pelayanan nasabah membutuhkan waktu sebentar. Hal ini dapat menyebabkan teller sibuk karena banyaknya tingkat kedatangan nasabah dan waktu tunggu nasabah tinggi.

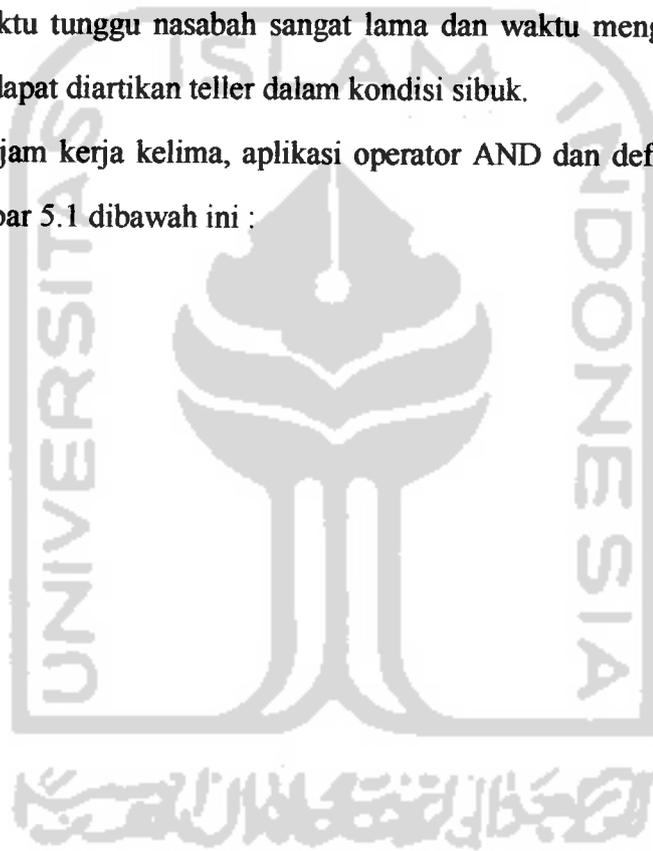
Pada saat jam kerja keempat, tingkat kedatangan nasabah normal dan tingkat pelayanan nasabah sedikit. Tingkat pelayanan nasabah sedikit disebabkan rata-rata waktu pelayanan nasabah membutuhkan waktu lama. Dengan tingkat kedatangan nasabah yang sedikit, maka waktu menganggur teller lama.

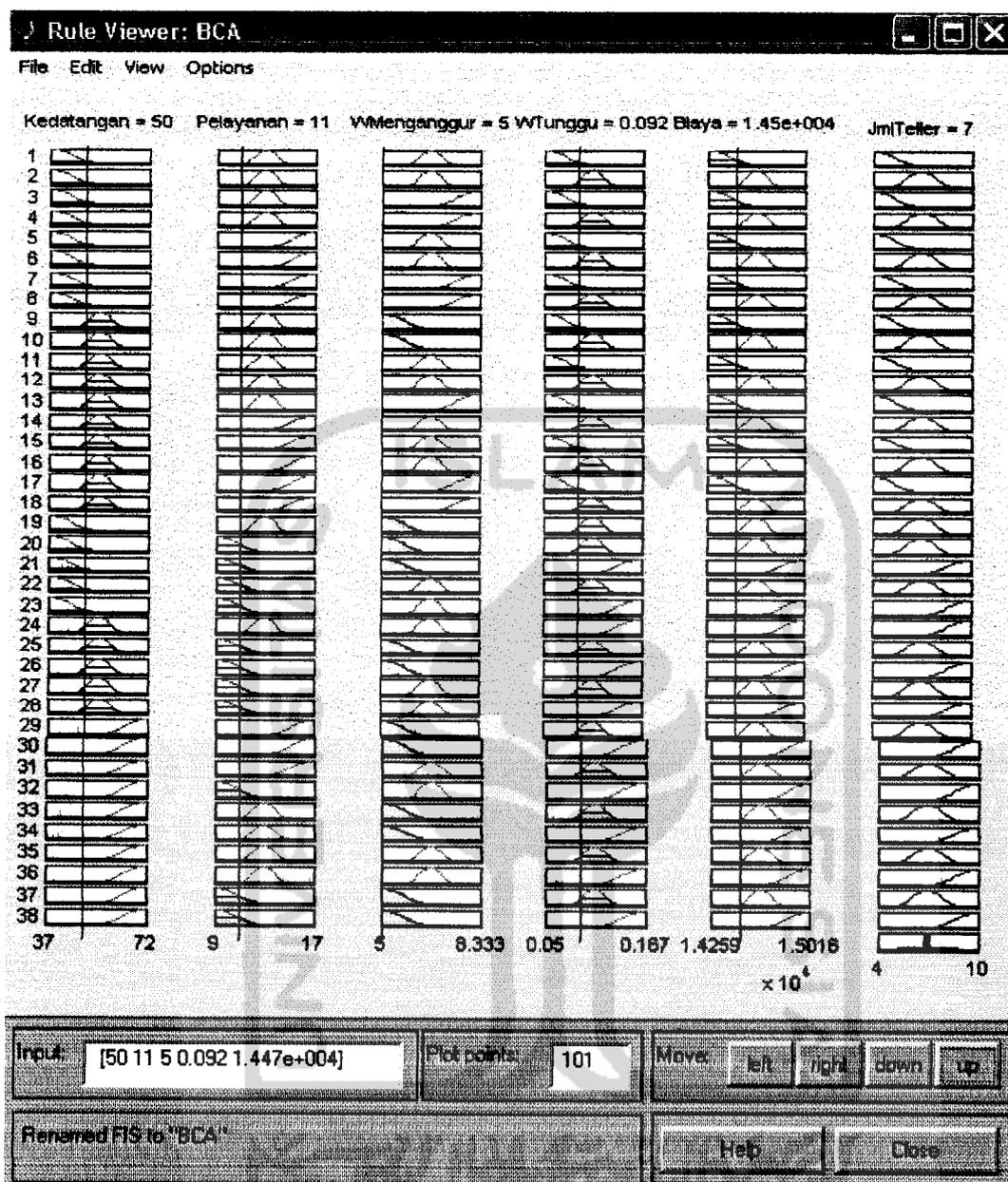
Pada saat jam kerja kelima tingkat kedatangan nasabah normal dan tingkat pelayanan nasabah banyak. Nasabah yang dapat dilayani teller perjam semakin

sedikit karena rata-rata waktu pelayanan cukup lama, sehingga dapat menyebabkan waktu tunggu nasabah sangat lama dan waktu menganggur teller sebentar. Hal ini dapat diartikan teller dalam kondisi sibuk.

Pada saat jam kerja keenam, tingkat kedatangan nasabah banyak dan tingkat pelayanan nasabah banyak. Nasabah yang dapat dilayani teller perjam semakin sedikit karena rata-rata waktu pelayanan cukup lama, sehingga dapat menyebabkan waktu tunggu nasabah sangat lama dan waktu menganggur teller sebentar. Hal ini dapat diartikan teller dalam kondisi sibuk.

Pada saat jam kerja kelima, aplikasi operator AND dan defuzzy centroid terlihat pada gambar 5.1 dibawah ini :





Gambar 5.1 Defuzzy Menggunakan Metode Centroid pada saat Jam Kerja Keenam

Dari gambar 5.1 terlihat bahwa aturan 1-19, 21-24 dan 26-38 tidak memiliki daerah implikasi. Jadi defuzzy terjadi pada perpotongan aturan yang memiliki daerah implikasi dan hasil defuzzy pada pengolahan Software Matlab 6.1 plus Toolbox Fuzzy.



## 5.2 Perhitungan Manual

Perhitungan manual disini adalah menjelaskan proses yang terjadi didalam pengolahan Software Matlab 6.1 plus Toolbox Fuzzy. Setelah nilai keanggotaan diperoleh kemudian diaplikasikan kedalam 38 aturan dengan menggunakan operator AND, disini diambil nilai keanggotaan yang minimum. Kemudian dilakukan komposisi semua output dengan Metode Max, sehingga pada saat jam kerja kelima diperoleh fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{FK} = \begin{cases} 0 & \rightarrow z \leq 5 \text{ atau } z \geq 9 \\ 2((z-5)/2)^2 & \rightarrow 5 \leq z \leq 5,25 \\ 0,03 & \rightarrow 5,25 \leq z \leq 8,76 \\ 2((9-z)/2)^2 & \rightarrow 8,76 \leq z \leq 9 \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi keanggotaan diatas defuzzifikasi terbagi menjadi empat daerah dengan nilai momen untuk M1 sebesar 0,0133, M2 sebesar 0,7377, M3 sebesar 0,0204 dan dengan luasan A1 sebesar 0,0023, A2 sebesar 0,1053, A3 sebesar 0,0021, sehingga diperoleh nilai centroid sebesar 7,0319.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada jam kerja pertama (08.31-09.30) teller yang bertugas melayani nasabah sebanyak 6 teller, sedangkan 1 teller yang lain bertugas merekap transaksi yang terjadi pada hari sebelumnya.
2. Pada jam kerja kedua (09.31-10.30) teller yang bertugas melayani nasabah sebanyak 6 teller, sedangkan 1 teller yang lain istirahat selama 30 menit (shift 1) kemudian 1 teller lain istirahat selama 30 menit (shift 2) setelahnya.
3. Pada jam kerja ketiga (10.31-11.30) teller yang bertugas melayani nasabah sebanyak 6 teller, sedangkan 1 teller yang lain istirahat selama 30 menit (shift 1) kemudian 1 teller lain istirahat selama 30 menit (shift 2) setelahnya.
4. Pada jam kerja keempat (11.31-12.30) teller yang bertugas melayani nasabah sebanyak 6 teller, sedangkan 1 teller yang lain istirahat selama 30 menit (shift 1) kemudian 1 teller lain istirahat selama 30 menit (shift 2).
5. Pada jam kerja kelima (12.30-13.30) semua teller bertugas melayani nasabah, yaitu sebanyak 7 teller.
6. Pada jam kerja keenam (13.31-14.30) semua teller bertugas melayani nasabah, yaitu sebanyak 7 teller.

Kesibukan teller terjadi pada saat jam kerja pertama, ketiga, kelima dan keenam, sedangkan saat jam kerja kedua dan keempat kesibukan teller berkurang. Kesibukan teller juga terjadi pada hari senin dan jumat.

Jumlah teller di Bank Central Asia masih kurang, hal ini dapat dilihat adanya teller yang harus istirahat saat jam kerja ketiga (9.31-10.30) dan ada seorang teller yang tidak istirahat. Istirahat saat jam kerja ketiga dimaksudkan agar pada saat jam kerja kelima dan keenam teller dapat beroperasi semua sehingga antrian nasabah dapat dihindari.

## 6.2. Saran

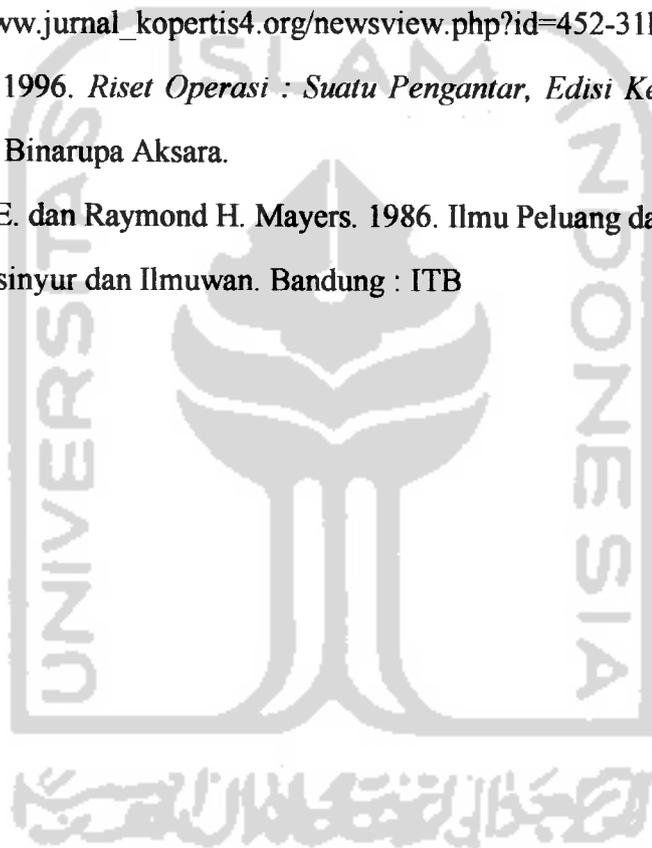
Berdasarkan analisis data dan kesimpulan diatas, maka saran-saran yang dapat diberikan penulis antara lain :

1. Sebaiknya dilakukan penambahan jumlah teller, sehingga aspirasi nasabah dapat terpenuhi.
2. Jam istirahat sebaiknya dilaksanakan antara pukul 10.30-12.30, dengan sistem shift dimana 1 shift maksimal 2 teller yang istirahat dengan lama istirahat 30 menit. Sehingga saat jam kerja kelima (pukul 12.31-13.30) dan keenam (pukul 13.31-14.30) teller sudah beroperasi semua.
3. Dalam kondisi saat ini, dengan adanya ketidakpastian dalam hal pelayanan sudah saatnya logika fuzzy diikutsertakan dalam perancangan sistem sebagai faktor pengendali dalam perusahaan.
4. Yang perlu dipersiapkan perusahaan ketika akan menggunakan logika fuzzy adalah menentukan variabel input dan variabel output, jika perusahaan ingin menggunakan logika fuzzy yang telah dibahas, perusahaan hanya perlu menyiapkan data yang akan digunakan, selain itu perlu juga dipersiapkan software Matlab 6.1 plus toolbox fuzzy.
5. Penerapan sistem fuzzy pada perusahaan dapat lebih dapat dikembangkan lagi. Misalnya menambah jumlah variabel input atau jumlah variabel output. Aturan-aturan yang digunakan pada penerapan sistem logika fuzzy merupakan inti yang secara umum, untuk itu beberapa penelitian dapat dilakukan dengan menitikberatkan pada penyusunan aturan-aturan yang akan digunakan pada sistem logika fuzzy.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amrih, Pitoyo. 2006. *Malu, Antri, "Mengerti Dahulu"!*.  
<http://pembelajar.com/wmview.php?ArtID=757>
- Djunaidi, Much dan Eko Setiawan. 2006. *Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi Metode Fuzzy-Mamdani*. <http://eprints.ums.ac.id/198/01/JTI-04-02-06-OK.pdf>
- Kusumadewi, Sri. 2000. *Perancangan Sistem Fuzzy : Studi Kasus Prediksi Jumlah Produksi dan Harga Jual Barang*. Jurnal Teknologi Industri Volume 5, No. 1. Hlm 57-71.
- 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*. Jogjakarta : Graha Ilmu.
- 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Jogjakarta : Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Mendukung Keputusan*. Jogjakarta : Graha Ilmu.
- Kusmawati. 2006. *Pelayanan Bank Tidak Maksimal*.  
[http://www.pintunet.com/lihat\\_opini.php?pg=2006/04/28042006/38953](http://www.pintunet.com/lihat_opini.php?pg=2006/04/28042006/38953)
- Nurchayho, Andy Yudho. 2003. *Penentuan Jumlah Loker Pelayanan dengan Metode Simulasi Antrian* Tugas akhir, tidak diterbitkan. Jogjakarta : Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
- Rahmawati, Yuli. 2005. *Aplikasi Fuzzy untuk Memprediksi Jumlah Produksi Menggunakan Metode Mamdani*. Tugas akhir, tidak diterbitkan. Jogjakarta : Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

- Resmana, Thiang dan Jusak Agus Kuntjoro. 1999. *Prediksi Jumlah Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Logika Fuzzy*.  
<http://faculty.petra.ac.id/resmana/basiclab/publications/>
- Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional : Teori dan Praktek*. Jakarta : UI-Press.
- Simatupang, Togar M. 1995. *Pemodelan Sistem*. Klaten : Nindita
- Suparman. 2006. *Pengendalian Tenaga Kerja dengan Menggunakan Teori Antrian di PT. Bank NISP Tbk. Cabang Kesatuan Bogor*.  
[http://www.jurnal\\_kopertis4.org/newsview.php?id=452-31k](http://www.jurnal_kopertis4.org/newsview.php?id=452-31k).
- Taha, Hamdy A. 1996. *Riset Operasi : Suatu Pengantar, Edisi Kelima, Jilid 2*. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Walpole, Ronald E. dan Raymond H. Mayers. 1986. *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung : ITB



**LAMPIRAN I**  
**BILANGAN RANDOM**

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
001	28-09-2006	08.31-09.30
002		09.31-10.30
003		10.31-11.30
004		11.31-12.30
005		12.31-13.30
006		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
007	29-09-2006	08.31-09.30
008		09.31-10.30
009		10.31-11.30
010		11.31-12.30
011		12.31-13.30
012		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
013	02-10-2006	08.31-09.30
014		09.31-10.30
015		10.31-11.30
016		11.31-12.30
017		12.31-13.30
018		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
019	03-10-2006	08.31-09.30
020		09.31-10.30
021		10.31-11.30
022		11.31-12.30
023		12.31-13.30
024		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
025	04-10-2006	08.31-09.30
026		09.31-10.30
027		10.31-11.30
028		11.31-12.30
029		12.31-13.30
030		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
031	05-10-2006	08.31-09.30
032		09.31-10.30
033		10.31-11.30
034		11.31-12.30
035		12.31-13.30
036		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
037	06-10-2006	08.31-09.30
038		09.31-10.30
039		10.31-11.30
040		11.31-12.30
041		12.31-13.30
042		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
043	09-10-2006	08.31-09.30
044		09.31-10.30
045		10.31-11.30
046		11.31-12.30
047		12.31-13.30
048		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
049	10-10-2006	08.31-09.30
050		09.31-10.30
051		10.31-11.30
052		11.31-12.30
053		12.31-13.30
054		13.31-14.30

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
055	11-10-2006	08.31-09.30
056		09.31-10.30
057		10.31-11.30
058		11.31-12.30
059		12.31-13.30
060		13.31-14.30

**LAMPIRAN 2**  
**DATA TINGKAT KEDATANGAN ( $\lambda$ )**  
**DAN DATA JUMLAH TELLER (s)**

**1. Pukul 08.31-09.30 (Jam Kerja Pertama)**

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Tingkat Kedatagn (Orang/jam)	Jumlah Teller (Unit)
1	013	02-10-2006	65	5
2	019	03-10-2006	42	6
3	031	05-10-2006	53	6
4	037	06-10-2006	63	6
5	043	09-10-2006	60	7
6	049	10-10-2006	69	6
<b>Jumlah</b>			352	36
<b>Rata-rata</b>			59	6

**2. Pukul 09.31-10.30 (Jam Kerja Kedua)**

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Tingkat Kedatagn (Orang/jam)	Jumlah Teller (Unit)
1	002	28-09-2006	37	7
2	020	03-10-2006	54	6
3	026	04-10-2006	48	7
4	038	06-10-2006	70	6
<b>Jumlah</b>			209	26
<b>Rata-rata</b>			52	6

3. Pukul 10.31-11.30 (Jam Kerja Ketiga)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Tingkat Kedatangn (Orang/jam)	Jumlah Teller (Unit)
1	015	02-10-2006	52	7
2	021	03-10-2006	65	7
3	039	06-10-2006	59	6
4	045	09-10-2006	59	7
5	057	11-10-2006	57	7
Jumlah			292	34
Rata-rata			58	7

4. Pukul 11.31-12.30 (Jam Kerja Keempat)

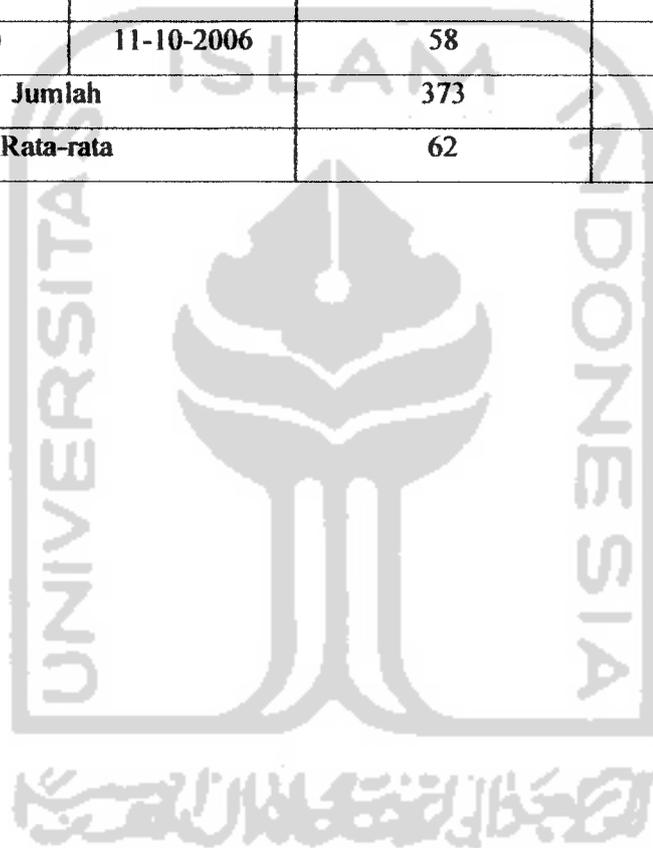
No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Tingkat Kedatangn (Orang/jam)	Jumlah Teller (Unit)
1	028	04-10-2006	64	7
2	034	05-10-2006	37	7
3	040	06-10-2006	39	4
4	046	09-10-2006	53	7
5	052	10-10-2006	46	7
6	058	11-10-2006	54	7
Jumlah			293	39
Rata-rata			49	7

5. Pukul 12.31-13.30 (Jam Kerja Kelima)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Tingkat Kedatangn (Orang/jam)	Jumlah Teller (Unit)
1	005	28-09-2006	53	7
2	023	03-10-2006	49	7
3	053	10-10-2006	47	7
Jumlah			149	21
Rata-rata			50	7

6. Pukul 13.31-14.30 (Jam Kerja Keenam)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Tingkat Kedatagn (Orang/jam)	Jumlah Teller (Unit)
1	006	28-09-2006	47	7
2	030	04-10-2006	64	7
3	042	06-10-2006	72	7
4	048	09-10-2006	67	7
5	054	10-10-2006	65	7
6	060	11-10-2006	58	7
Jumlah			373	42
Rata-rata			62	7



### LAMPIRAN 3

#### DATA TINGKAT PELAYANAN ( $\mu$ )

$$\mu = \frac{\sum \text{waktu pelayanan}}{60 \text{ menit}} \text{ (Orang/jam)}$$

Contoh perhitungan tingkat pelayanan pada saat jam kerja pertama :

$$\mu = \frac{1}{4,54/60} = 13 \text{ orang/jam}$$

1. Pukul 08.31-09.30 (Jam Kerja Pertama)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Waktu Pelayanan (Menit/orang)	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)
1	013	02-10-2006	4,56	13
2	019	03-10-2006	4,11	15
3	031	05-10-2006	4,57	13
4	037	06-10-2006	5,10	11
5	043	09-10-2006	4,53	13
6	049	10-10-2006	4,26	14
Jumlah			27,13	79
Rata-rata			4,52	13

2. Pukul 09.31-10.30 (Jam Kerja Kedua)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Waktu Pelayanan (x) (Menit/orang)	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)
1	002	28-09-2006	5,63	10
2	020	03-10-2006	3,65	16
3	026	04-10-2006	4,22	14
4	038	06-10-2006	4,15	14
Jumlah			17,65	54
Rata-rata			4,41	13



3. Pukul 10.31-11.30 (Jam Kerja Ketiga)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Waktu Pelayanan (Menit/orang)	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)
1	015	02-10-2006	5,17	11
2	021	03-10-2006	5,71	10
3	039	06-10-2006	4,03	14
4	045	09-10-2006	3,74	16
5	057	11-10-2006	3,98	15
Jumlah			22,63	66
Rata-rata			4,53	13

4. Pukul 11.31-12.30 (Jam Kerja Keempat)

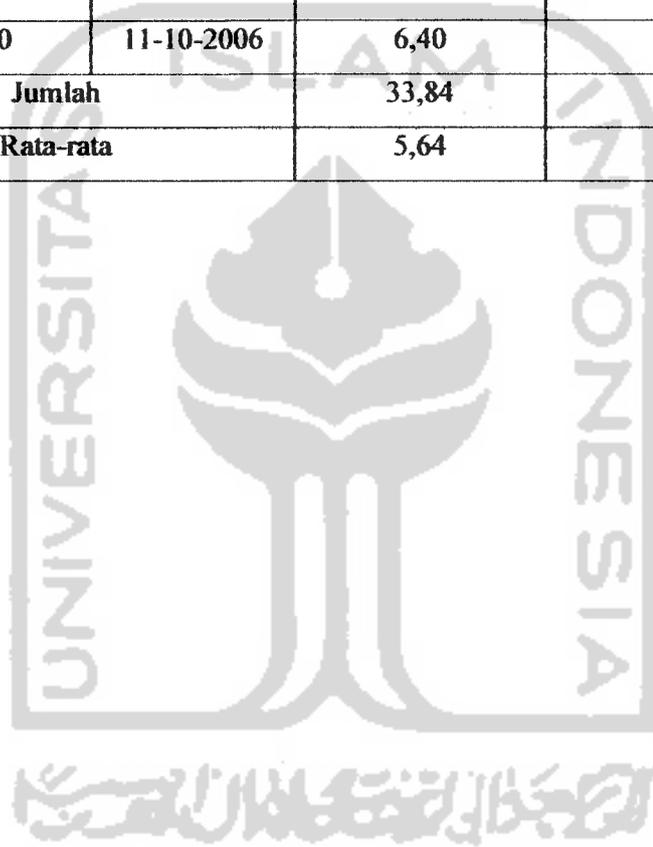
No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Waktu Pelayanan (Menit/orang)	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)
1	028	04-10-2006	3,64	17
2	034	05-10-2006	4,20	14
3	040	06-10-2006	5,19	11
4	046	09-10-2006	5,18	11
5	052	10-10-2006	5,11	11
6	058	11-10-2006	4,96	12
Jumlah			28,28	76
Rata-rata			4,71	12

5. Pukul 12.31-13.30 (Jam Kerja Kelima)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Waktu Pelayanan (Menit/orang)	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)
1	005	28-09-2006	5,52	10
2	023	03-10-2006	4,44	14
3	053	10-10-2006	5,82	10
Jumlah			15,78	34
Rata-rata			5,26	11

6. Pukul 13.31-14.30 (Jam Kerja Keenam)

No.	Bilangan Random	Tanggal Pengamatan	Waktu Pelayanan (Menit/orang)	Tingkat Pelayanan (Orang/jam)
1	006	28-09-2006	4,57	13
2	030	04-10-2006	4,98	12
3	042	06-10-2006	5,98	10
4	048	09-10-2006	6,33	9
5	054	10-10-2006	5,58	11
6	060	11-10-2006	6,40	9
Jumlah			33,84	64
Rata-rata			5,64	10



**LAMPIRAN 4**  
**DATA BIAYA PELAYANAN**

1 Biaya penambahan 1 unit pelayanan berdasarkan harga beli barang saat ini, penggunaan mesin hitung uang untuk 2 teller dan gaji teller junior adalah :

- Biaya investasi meja dan kursi

$$\begin{aligned} \text{Investasi meja} &= \frac{\text{investasi/th}}{\text{umur ekonomis(bulan)} * \text{hari kerja/bulan} * \text{jam kerja/hari}} \\ &= \frac{1500000}{48 * 22 * 7} = \text{Rp.202,92/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Investasi kursi} &= \frac{\text{investasi/th}}{\text{umur ekonomis(bulan)} * \text{hari kerja/bulan} * \text{jam kerja/hari}} \\ &= \frac{1000000}{96 * 22 * 7} = \text{Rp.67,64/jam} \end{aligned}$$

Total investasi meja dan kursi adalah

$$= \text{investasi meja} + \text{investasi kursi}$$

$$= \text{Rp. 202,92} + \text{Rp. 67,64}$$

$$= \text{Rp 270,56/jam}$$

- Biaya investasi perlengkapan

Dengan harga :

1 unit komputer = Rp. 6.500.000,00

1 printer (untuk 2 teller) = Rp. 250.000,00

1 mesin edisi = Rp. 2.000.000,00

1 alat sensor uang = Rp. 2.250.000,00

1 mesin hitung uang (untuk 2 teller) = Rp. 6.000.000,00 +

Rp.17.000.000,00

Sedangkan umur ekonomis semua perlengkapan adalah 4 tahun

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{investasi/th}}{\text{umur ekonomis(bulan)} * \text{hari kerja/bulan} * \text{jam kerja/hari}} \\ &= \frac{\text{Rp. 17.000.000,00}}{48 * 22 * 7} = \text{Rp. 2.299,78/jam} \end{aligned}$$

- Gaji teller

$$= \frac{\text{Gaji}}{\text{hari kerja/bulan} * \text{jam kerja/hari}} = \frac{\text{Rp. 1.800.000,00}}{22 * 7} = \text{Rp. 11.688,31/jam}$$

Total biaya penambahan 1 unit fasilitas teller/jam

$$\begin{aligned} &= \text{Biaya investasi meja- kursi} + \text{biaya investasi perlengkapan} + \text{gaji teller} \\ &= \text{Rp 270,56} + \text{Rp 2.299,78} + \text{Rp 11.688,31} \\ &= \text{Rp 14.258,65/jam} \end{aligned}$$

2. Biaya penambahan 1 unit fasilitas berdasarkan harga sewa komputer maksimal, penggunaan mesin hitung untuk 2 teller dan gaji teller junior

- Harga sewa komputer Rp. 1.200,00/hari, maka dalam satu bulan harga sewa adalah :

$$\begin{aligned} \text{Harga sewa} &= 30 \text{ hari} * 7 \text{ jam kerja} * \text{Rp 1.200,00} \\ &= \text{Rp. 252.000,00/bulan} \end{aligned}$$

Maka biaya sewa komputer/jam

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{harga sewa}}{\text{hari kerja/bulan} * \text{jam kerja/hari}} \\ &= \frac{\text{Rp. 252.000,00}}{22 * 7} = \text{Rp. 1.636,36 /jam} \end{aligned}$$

- Dengan penggunaan 1 mesin hitung uang untuk 2 teller, maka biaya investasi perlengkapan menjadi :

Harga biaya investasi perlengkapan :

1 printer (untuk 2 teller)	= Rp. 250.000,00
1 mesin edisi	= Rp. 2.000.000,00
1 alat sensor uang	= Rp. 2.250.000,00
1 mesin hitung uang (untuk 2 teller)	= Rp. 6.000.000,00 +
	Rp.10.500.000,00

$$= \frac{\text{investasi/th}}{\text{umur ekonomis(bulan)} * \text{hari kerja/bulan} * \text{jam kerja/hari}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 10.500.000,00}{48 * 22 * 7} = \text{Rp. } 1.420,45/\text{jam}$$

Total biaya investasi perlengkapan adalah

$$= \text{Biaya sewa komputer} + \text{Biaya investasi perlengkapan}$$

$$= \text{Rp. } 1.636,36 + 1.420,45$$

$$= \text{Rp. } 3.056,81$$

Total biaya penambahan 1 unit fasilitas teller/jam

$$= \text{Biaya investasi meja- kursi} + \text{biaya investasi perlengkapan} + \text{gaji teller}$$

$$= \text{Rp } 270,56 + \text{Rp } 3.056,81 + \text{Rp } 11.688,31$$

$$= \text{Rp } 15.015,68/\text{jam}$$

**LAMPIRAN 5**  
**DOMAIN HIMPUNAN FUZZY**

1. Variabel Tingkat Pelayanan

- Domain himpunan fuzzy Tingkat Pelayanan SEDIKIT [9, 13]. 9 adalah batas bawah, 13 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{9+17}{2} = 13$$

- Domain himpunan fuzzy Tingkat Pelayanan NORMAL [11, 15]. 11 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \frac{\text{bts bwh smst pembc} + \text{bts atas smst pembc}}{2}}{2}$$

$$= \frac{9+13}{2} = 11$$

15 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\frac{\text{bts bwh smst pembc} + \text{bts atas smst pembc}}{2} + \text{bts atas smst pembc}}{2}$$

$$= \frac{13+17}{2} = 15$$

- Domain himpunan fuzzy Tingkat Pelayanan BANYAK [13, 17]. 13 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{9+17}{2} = 13$$

17 adalah batas atas semesta pembicaraan.

## 2. Variabel Waktu Mengganggu

- Domain himpunan fuzzy Waktu Mengganggu SEBENTAR [5, 6.667]. 5 adalah batas bawah semesta pembicaraan, 6.667 dapat diketahui dari :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2} \\ &= \frac{5 + 8.333}{2} = 6.667 \end{aligned}$$

- Domain himpunan fuzzy Waktu Mengganggu NORMAL [5.833, 7.500]. 5.833 dapat diketahui dari :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \text{bts atas smst pmbc}}{2}}{2} \\ &= \frac{5 + 6.667}{2} = 5.833 \end{aligned}$$

7.500 dapat diketahui dari :

$$\begin{aligned} &= \frac{\frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \text{bts atas smst pmbc}}{2} + \text{bts atas smst pmbc}}{2} \\ &= \frac{6.667 + 8.333}{2} = 7.500 \end{aligned}$$

- Domain himpunan fuzzy Waktu Mengganggu LAMA [6.667, 8.333]. 6.667 dapat diketahui dari :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2} \\ &= \frac{5 + 8.333}{2} = 6.667 \end{aligned}$$

8.333 adalah batas atas semesta pembicaraan.

## 3. Variabel Waktu Tunggu

- Domain himpunan fuzzy Waktu Tunggu SEBENTAR [0.05, 0.108]. 0.05 adalah batas bawah semesta pembicaraan, 0.108 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{0.05 + 0.167}{2} = 0.108$$

- Domain himpunan fuzzy Waktu Tunggu NORMAL [0.079, 0.138]. 0.079 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \frac{\text{bts bwh smst pembc} + \text{bts atas smst pembc}}{2}}{2}$$

$$= \frac{0.05 + 0.108}{2} = 0.079$$

0.138 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\frac{\text{bts bwh smst pembc} + \text{bts atas smst pembc}}{2} + \text{bts atas smst pembc}}{2}$$

$$= \frac{0.108 + 0.167}{2} = 0.138$$

- Domain himpunan fuzzy Waktu Tunggu LAMA [0.108, 0.167]. 0.108 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{0.05 + 0.167}{2} = 0.108$$

0.167 adalah batas atas semesta pembicaraan.

#### 4. Variabel Biaya Fasilitas

- Domain himpunan fuzzy Biaya Fasilitas MURAH [14258.65, 14637.17]. 14258.65 adalah batas bawah semesta pembicaraan, 14637.17 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{14258.65 + 15015.68}{2} = 14637.17$$

$$\frac{\text{bts bwh smst pmbc} + \frac{\text{bts bwh smst pembc} + \text{bts atas smst pembc}}{2}}{2}$$

$$= \frac{4+7}{2} = 5$$

9 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\frac{\text{bts bwh smst pembc} + \text{bts atas smst pembc}}{2} + \text{bts atas smst pembc}}{2}$$

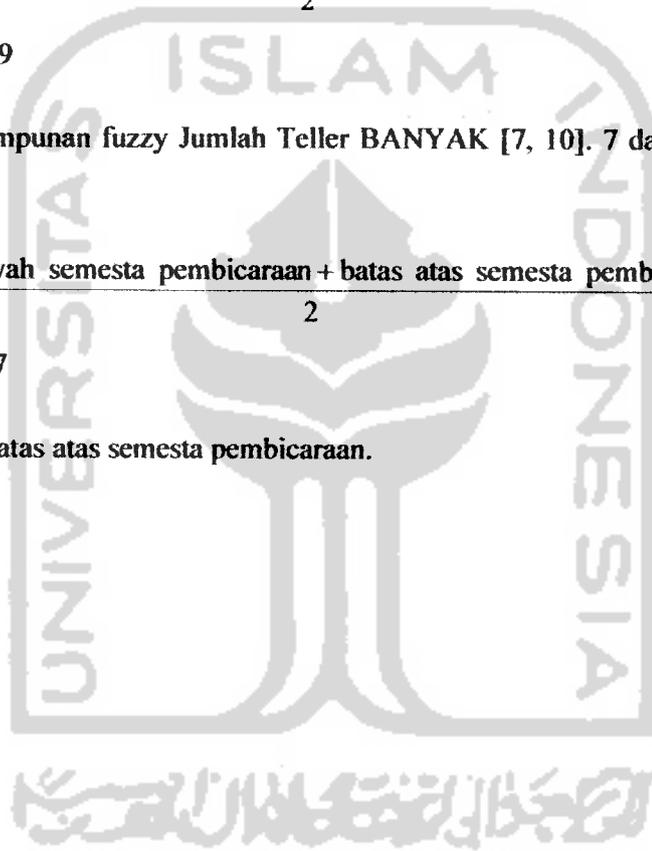
$$= \frac{7+10}{2} = 9$$

- Domain himpunan fuzzy Jumlah Teller BANYAK [7, 10]. 7 dapat diketahui dari :

$$= \frac{\text{Batas bawah semesta pembicaraan} + \text{batas atas semesta pembicaraan}}{2}$$

$$= \frac{4+10}{2} = 7$$

10 adalah batas atas semesta pembicaraan.



## LAMPIRAN 6

### DEFUZZIFIKASI JUMLAH TELLER RATA-RATA/JAM

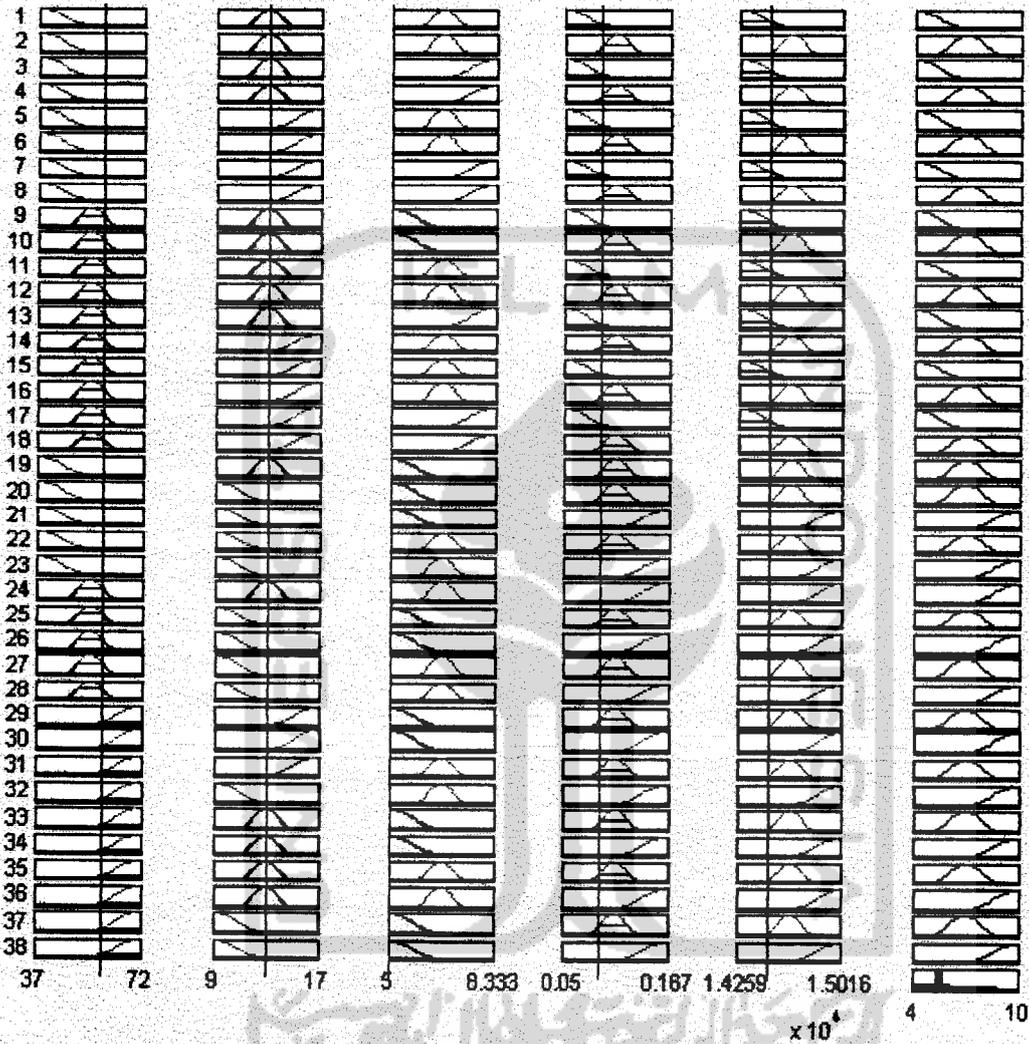
Defuzzifikasi dilakukan dengan metode centroid.

a. Pada jam kerja pertama

Pada saat jam kerja pertama, dimana tingkat kedatangan 59 orang/jam, tingkat pelayanan 13 orang/jam, waktu menganggur 5 %, waktu tunggu 0,092 jam dan biaya fasilitas sebesar Rp. 14.472,40/jam. Hasil defuzzy adalah sebagai berikut :



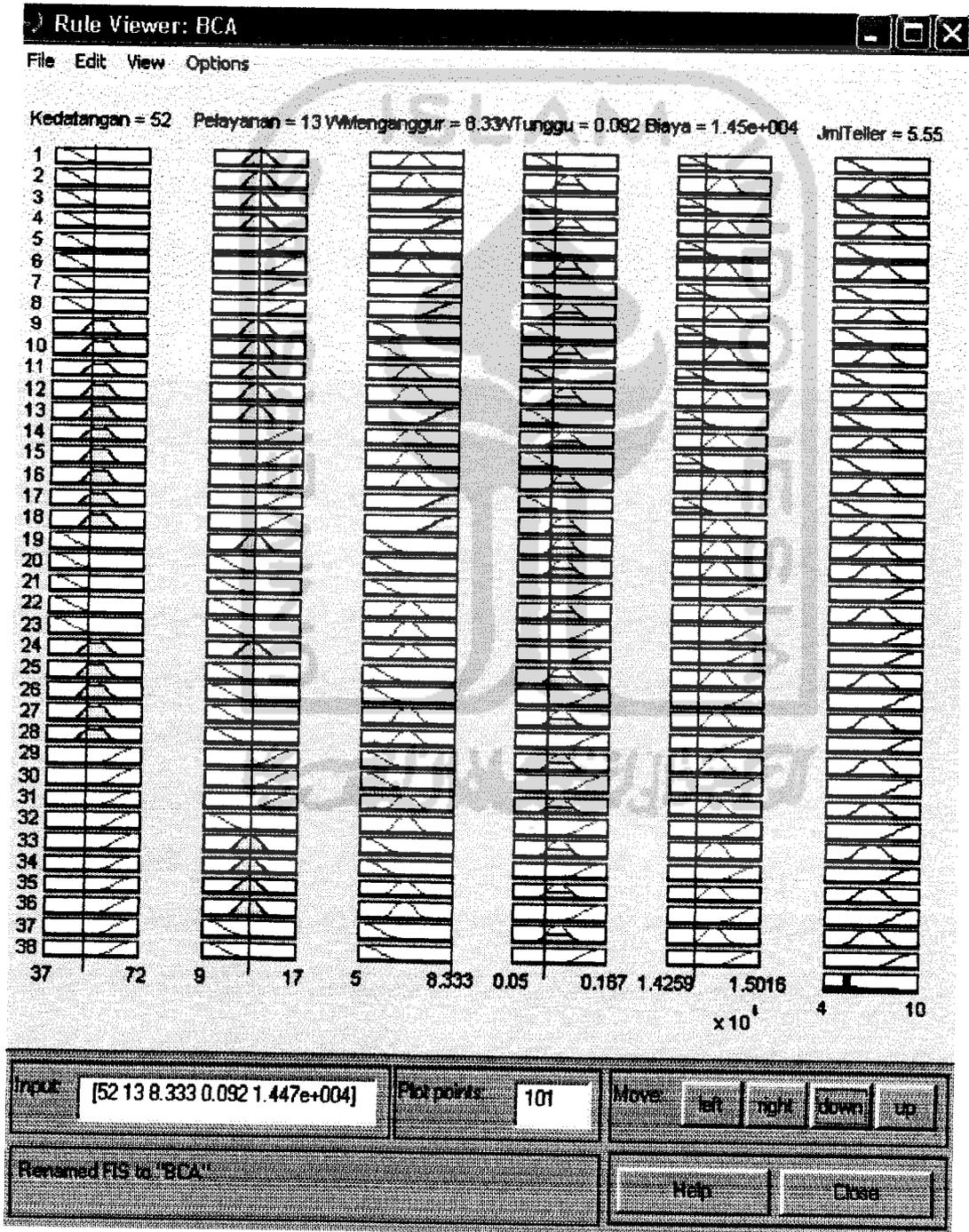
Kedatangan = 59 Pelayanan = 13 VMengganggu = 5 WTunggu = 0.092 Biaya = 1.45e+004 JmlTeller = 5.62



Input: [59 13 5 0.092 1.447e+004]	Plot points: 101	Move: <input type="button" value="left"/> <input type="button" value="right"/> <input type="button" value="down"/> <input type="button" value="up"/>
Renamed FIS to 'BCA'		<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>

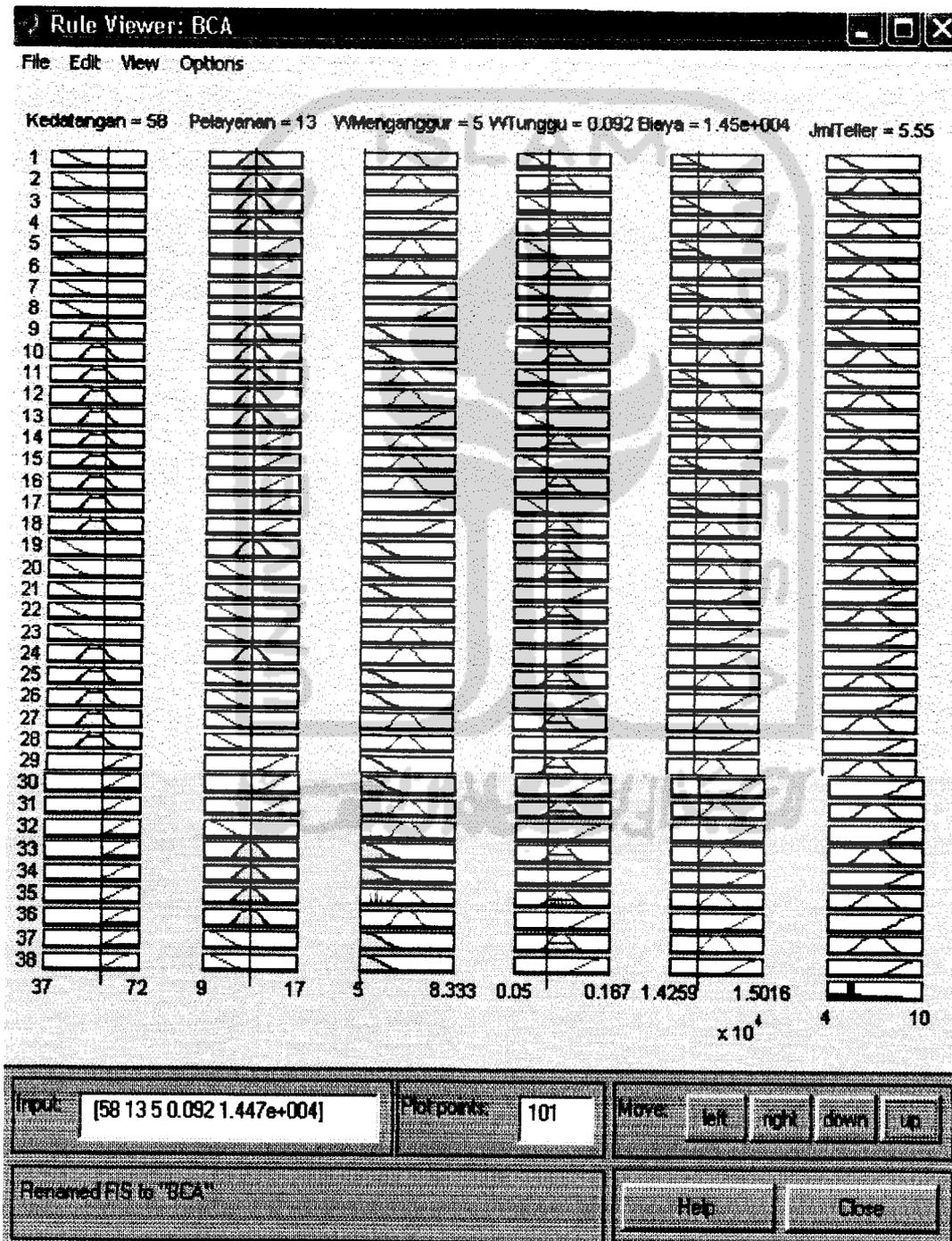
b. Pada jam kerja kedua

Pada saat jam kerja kedua, dimana tingkat kedatangan 52 orang/jam, tingkat pelayanan 13 orang/jam, waktu menganggur 8,333 %, waktu tunggu 0,092 jam dan biaya fasilitas sebesar Rp. 14.472,40/jam. Hasil defuzzy adalah sebagai berikut :



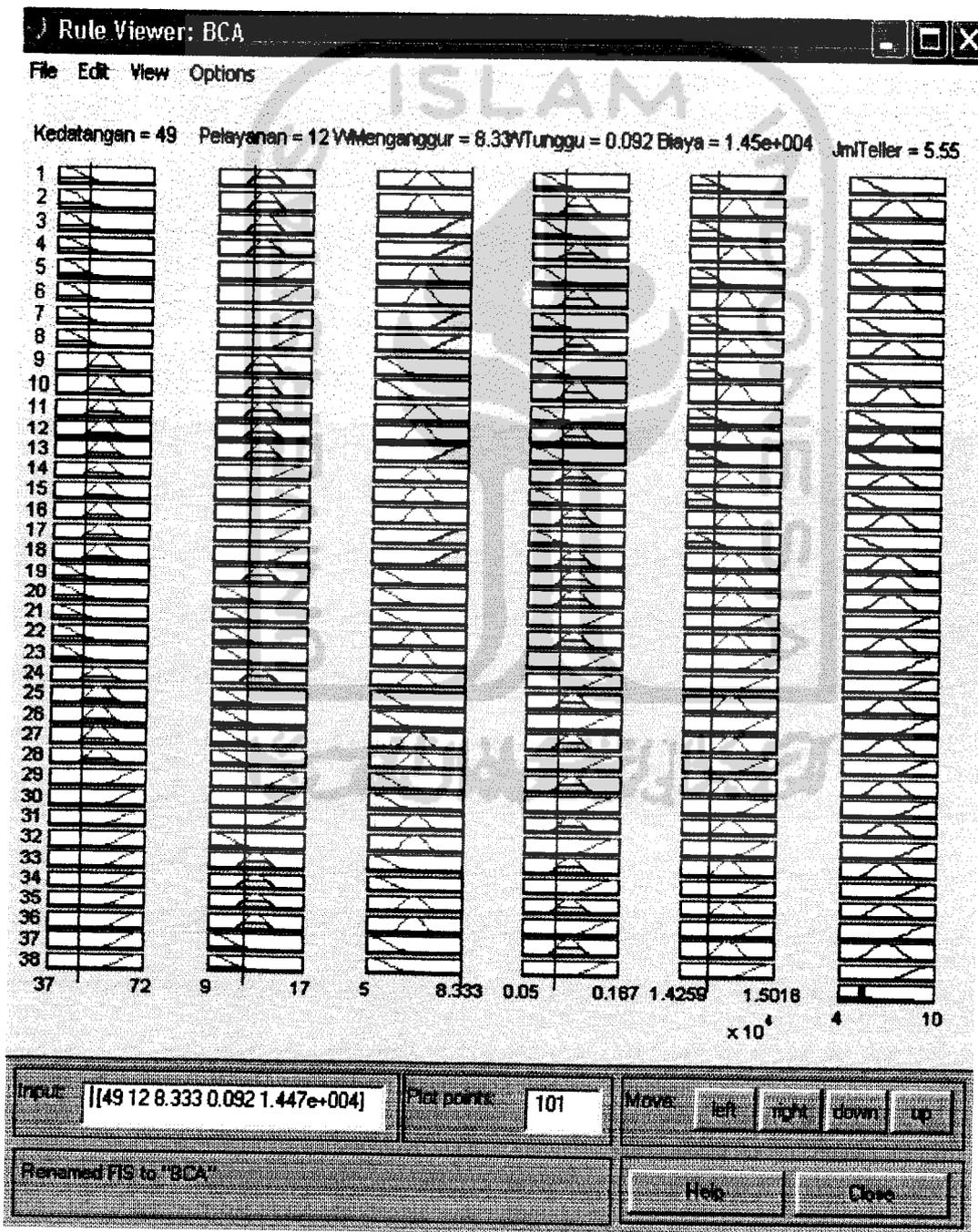
c. Pada jam kerja ketiga

Pada saat jam kerja ketiga, dimana tingkat kedatangan 58 orang/jam, tingkat pelayanan 13 orang/jam, waktu menganggur 5 %, waktu tunggu 0,092 jam dan biaya fasilitas sebesar Rp. 14.472,40/jam. Hasil defuzzy adalah sebagai berikut :



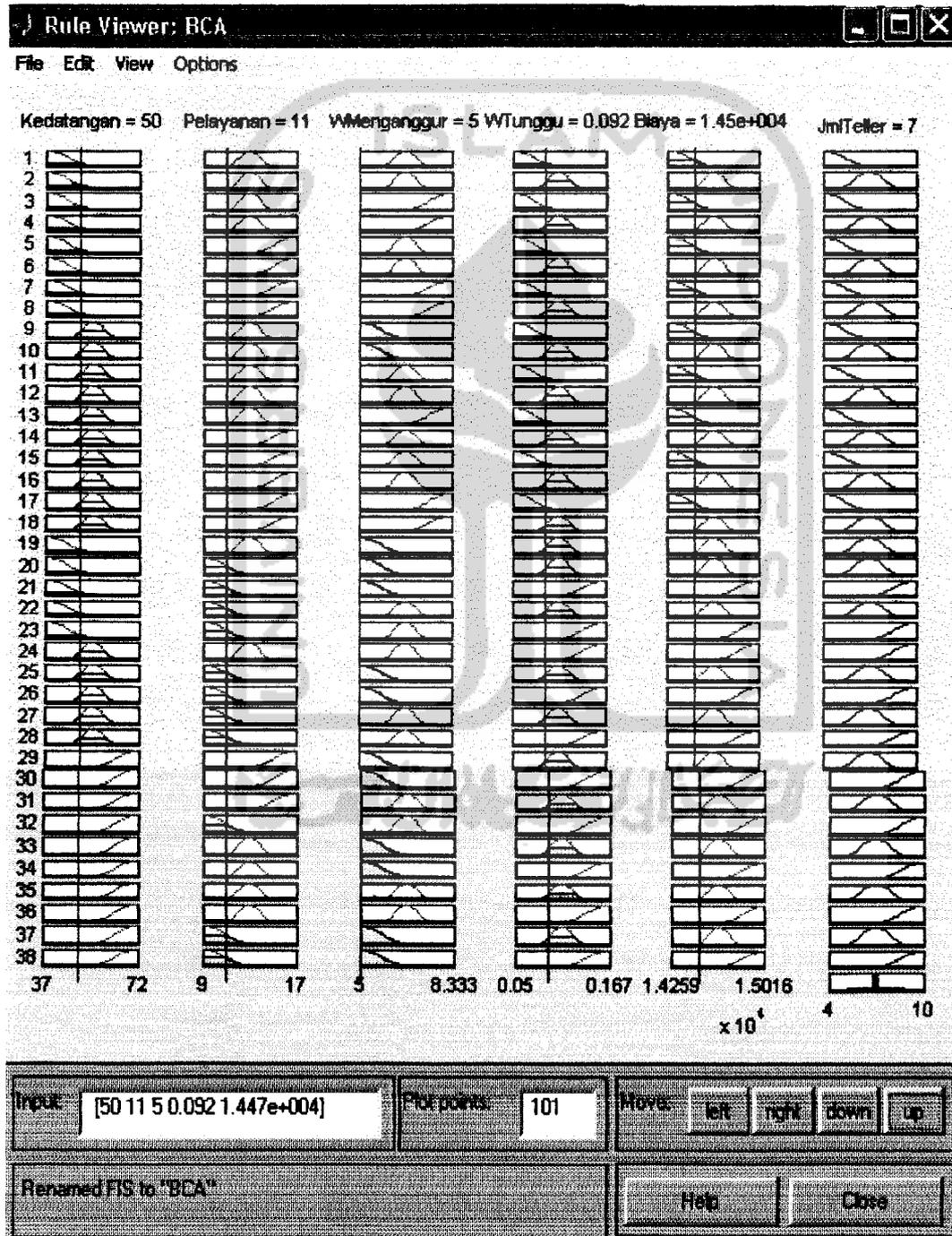
d. Pada jam kerja keempat

Pada saat jam kerja keempat, dimana tingkat kedatangan 49 orang/jam, tingkat pelayanan 12 orang/jam, waktu menganggur 8,333 %, waktu tunggu 0,092 jam dan biaya fasilitas sebesar Rp. 14.472,40/jam. Hasil defuzzy adalah sebagai berikut :



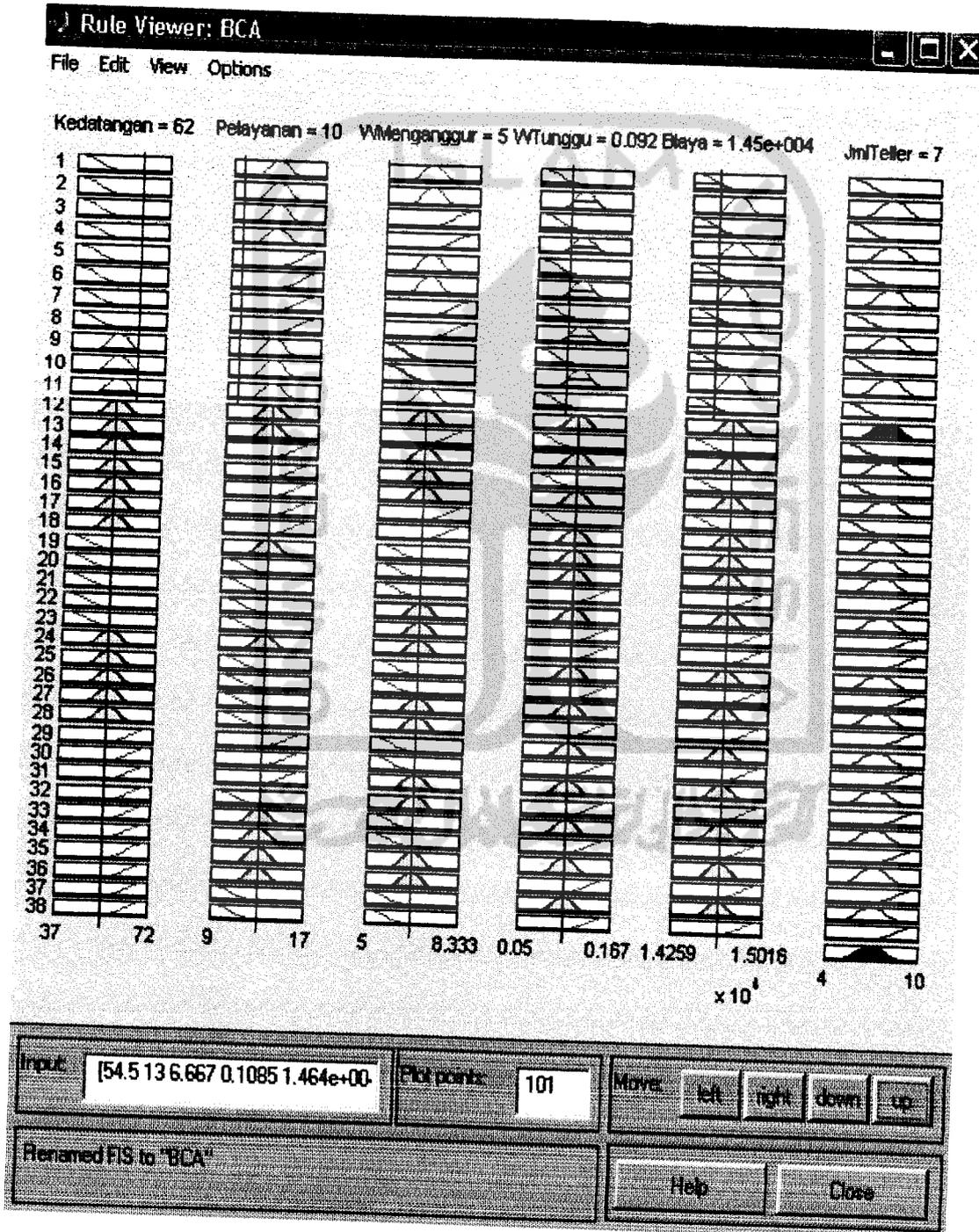
e. Pada jam kerja kelima

Pada saat jam kerja kelima, dimana tingkat kedatangan 50 orang/jam, tingkat pelayanan 11 orang/jam, waktu menganggur 5 %, waktu tunggu 0,092 jam dan biaya fasilitas sebesar Rp. 14.472,40/jam. Hasil defuzzy adalah sebagai berikut :



f. Pada jam kerja keenam

Pada saat jam kerja keenam, dimana tingkat kedatangan 62 orang/jam, tingkat pelayanan 10 orang/jam, waktu menganggur 5 %, waktu tunggu 0,092 jam dan biaya fasilitas sebesar Rp. 14.472,40/jam. Hasil defuzzy adalah sebagai berikut :





No. 034/PWD/2007

Purwodadi, 16 April 2007

**Kepada Yth.  
Kepala Jurusan Teknik Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta**

**Up. Yth. Bapak Ir. R Chairul saleh, Msc**

**Perihal : Surat Pemberitahuan Penelitian**

Dengan hormat,

Sehubungan dengan surat yang kami terima nomor. 51/Kajur/TA-TI/20/IX/06, perihal permohonan tempat penelitian tugas akhir, tanggal 15 September 2006.

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa :

Nama : Esther Dyah Palupi  
No. Mahasiswa : 0152229

Telah mengadakan penelitian di BCA KCU Purwodadi pada tanggal 28 Oktober 2006 sampai dengan 11 November 2006.

Demikian kami sampaikan, terima kasih atas perhatiannya.

Hormat kami,

**PT. BANK CENTRAL ASIA Tbk  
CABANG PURWODADI**

**Johan A. Tapiheru  
Kepala KCU**

*rk/apk*

**KANTOR CABANG PURWODADI**

Jl. MT. Haryono 2 Purwodadi 58111, Telp. (0292) 421401 (Hunting) Fax (0292) 421402