APLIKASI METODE FUZZY

PADA PENENTUAN JUMLAH SERVER OPTIMAL

(Studi Kasus : Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Bengkulu)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Teknik Industri



Oleh:

Nama : Fetti Noviarti

No. Mahasiswa : 02 522 216

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

APLIKASI METODE FUZZY

PADA PENENTUAN JUMLAH SERVER OPTIMAL

(Studi Kasus di Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Bengkulu)

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama	**:**	**Fetti Noviarti**
No.Mhs	**:**	**02 522 216**

Jogjakarta, April 2007

Dosen Pembimbing

Ir. Ali Parkhan, MT

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

APLIKASI METODE FUZZY
PADA PENENTUAN JUMLAH SERVER OPTIMAL
(Studi Kasus di Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Bengkulu)

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Fetti Noviarti

No.Mhs : 02 522 216

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

Jogjakarta, 30 April 2007

Tim Penguji	Tanda Tangan
Ir. Ali Parkhan, MT	
Ketua	
Ir. Hari Purnomo, MT	
Anggota I	
Taufiq Immawan, ST, MM	( )
Anggota II	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc, Ph.D)

PEMERINTAH PROPINSI BENGKULU
DINAS PENDAPATAN DAERAH
Jl. Raden Fatah No. 30 Telp. 52851, 52852 Fax. (0736) 52850 BENGKULU 38381

SURAT KETERANGAN
Nomor: 0452/ 478 /DPD.I /2006

Yang bertanda tanggan dibawah ini :

Nama	: Drs. H . CHAIRUDDIN
NIP	: 050022851
Pangkat/Gol	: Pembina Utama Madya (IV/e)
Jabatan	: Kepala Dinas Pendapatan Daerah Provinsi Bengkulu

Menerangkan bahwa :

Nama	: Fetti Novianti
NIS	: 02522216

Benar-benar telah melaksanakan penelitian pada Dinas Pendapatan Daerah Provinsi Bengkulu dengan Judul " **Aplikasi Logika Fuzzy Pada Sistem Antrian Untuk Menentukan Jumlah Server Optimal** " guna menyusun Tugas Akhir Penelitian pada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Bengkulu, November 2006

KEPALA DINAS PENDAPATAN DAERAH
PROVINSI BENGKULU

Drs. H. CHAIRUDDIN
Pembina Utama Madya NIP.050022851

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

Ayah dan Ibu yang selalu memberikan kasih sayang dan untaian doanya yang senantiasa mengiringi setiap langkahku.

Adik-adikku, Wita, Yogi dan Rama atas kasih sayang dan dukungan selama ini.

Teman-teman atas semangat, bantuan dan motivasi dalam mengerjakan skripsi.

MOTTO

" Sholat dapat menjernihkan fikiran, dan hanya sholatlah yang dapat meninggikan derajatmu dihadapan - Nya "

" Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"

(Q.S Al Mujadalah : 11)

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi strata satu (S-1) di jurusan Teknik Industri UII. Banyak sekali pengalaman dan ilmu yang didapat penulis selama menyelesaikan penelitian, yang mudah-mudahan dapat menjadi bekal bagi penulis nantinya.

Untuk itu kami menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Ali Parkhan, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, dorongan serta pengarahan.
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia atas ilmu – ilmu yang diberikan kepada Saya.

4. Kedua orang tua, atas do'a dan kasih sayang yang tulus serta tiada hentinya., adik- adikku atas atas kasih sayang, semangat dan pengertian yang diberikan.
5. Pimpinan Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Bengkulu dan staff yang telah mengijinkan dan memberikan bantuan pada penulis selama penelitian.
6. Seluruh karyawan Universitas Islam Indonesia atas bantuannya dan kerja samanya.
7. Dan seluruh pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu hingga selesainya laporan ini.

Semoga apa yang telah mereka berikan dengan keikhlasan, mendapat ridho dan pahala yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga diharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga Tugas Akhir ini dapat lebih bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2007

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **ii**

LEMBAR PEBGESAHAN PENGUJI ..... **iii**

SURAT KETERANGAN ..... **iv**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **v**

MOTTO ..... **vi**

KATA PENGANTAR ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR TABEL ..... **xiii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**

ABSTRAKSI ..... **xvi**

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Batasan Masalah 3

1.4 Tujuan Penelitian 3

1.5 Manfaat Penelitian 4

1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Antrian 6

2.1.1 Disiplin Pelayanan 10

2.1.2 Mekanisme Pelayanan 11

2.1.3 Struktur Model Antrian 12

2.2 Model-model Keputusan Antrian 15

2.2.1 Model Biaya 15

2.2.2 Model Tingkat Aspirasi 16

2.3 Logika Fuzzy 18

2.3.1 Pengertian Logika Fuzzy 19

2.3.2 Alasan Digunakannya Logika Fuzzy 20

2.3.3 Himpunan Fuzzy 21

2.3.4 Fungsi Keanggotaan 22

2.3.5 Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy 29

2.3.6 Fungsi-fungsi Implikasi 30

2.3.7 Penalaran Monoton 31

2.4 Metode Tsukamoto 32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan 34

3.2 Kajian Pustaka 34

3.3 Penentuan Objek Penelitian 38

3.4 Pengumpulan Data 38

3.5 Pengolahan Data dan Analisa Hasil 38

3.6 Hasil Penelitian 39

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data 40

4.1.1 Tahap-tahap Pembayaran Pajak 41

4.1.2 Data Tingkat Kedatangan 44

4.1.3 Data Waktu Pelayanan 45

4.1.4 Data Waktu Tunggu Yang Ditolerir Konsumen 47

4.1.5 Data Waktu Menganggur Server Yang Ditolerir Perusahaan 47

4.1.6 Data Jumlah Server 48

4.2 Pengolahan Data 48

4.2.1 Menentukan Variabel Input dan Output 48

4.2.2 Membuat Himpunan Fuzzy 49

4.2.3 Menentukan Fungsi Keanggotaan 52

4.2.4 Membuat Aturan Fuzzy 58

4.2.5 Menentukan Nilai Keanggotaan 62

4.2.6 Menentukan Jumlah Server 66

BAB V PEMBAHASAN

Pembahasan 72

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 74

6.2 Saran 74

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

4.1 Tingkat Kedatangan per Jam 44

4.2 Waktu Pelayanan per Orang 45

4.3 Waktu Tunggu Yang Ditolerir Pelanggan Dalam Antrian 47

4.4 Toleransi waktu menganggur server 48

4.5 Variabel Fuzzy 49

4.6 Himpunan Fuzzy 50

4.7 Penentuan αPredikat untuk Tiap-tiap Aturan Fuzzy 63

4.8 Jumlah Server Untuk Tiap-tiap Aturan Fuzzy 66

4.9 Bobot Untuk Tiap-tiap Aturan 69

DAFTAR GAMBAR

2.1 Struktur Dasar Model Antrian 7

2.2 Model antrian saluran tunggal fasa tunggal 13

2.3 Model antrian saluran berganda fasa tunggal 13

2.4 Model antrian saluran tunggal fasa berganda 14

2.5 Model antrian saluran berganda fasa berganda 14

2.6 Kurva daerah penerimaan W_s dan X 17

2.7 Contoh pemetaan input-output 20

2.8 Representasi Linear Naik 22

2.9 Representasi Linear Turun 23

2.10 Kurva Segitiga 24

2.11 Kurva Trapesium 24

2.12 Kurva bentuk bahu 25

2.13 Kurva-S pertumbuhan 26

2.13 Kurva-S pertumbuhan 26

2.14 Kurva π 27

2.14 Kurva β 28

2.15 Kurva Gauss 29

3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian 35

3.2 Inferensi dengan menggunakan metode Tsukamoto 39

4.1 Tahap-tahap pembayaran pajak 41
4.2 Kurva Variabel Tingkat Kedatangan 52
4.3 Kurva Variabel Waktu Pelayanan 53
4.4 Kurva Variabel Tunggu 55
4.5 Kurva Variabel Waktu Menganggur 56
4.6 Kurva Variabel Jumlah Server 57

ABSTRAKSI

Meningkatnya jumlah masyarakat Bengkulu yang memiliki kendaraan bermotor menyebabkan jumlah pembayar pajak yang semakin banyak juga. Dipenda merupakan tempat pembayaran pajak yang melayani semua proses administrasi dan proses pembayaran. Lamanya waktu menunggu pelanggan pada saat pembayaran pajak pada kantor Dipenda terutama pada loket pendaftaran dan penetapan bagian teliti ulang menyebabkan antrian yang cukup banyak. Masalah antrian seperti ini dapat terjadi karena tingkat pelayanan dari *server* lebih kecil dibandingkan dengan tingkat kedatangan pembayar pajak yang harus dilayani, tetapi jika terjadi sebaliknya maka dapat mengakibatkan ketidak efisienan.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah *server* yang optimal dengan menggunakan logika fuzzy metode Tsukamoto dengan menggunakan tingkat aspirasi pelanggan dan perusahaan sebagai input. Metode Tsukamoto merupakan salah satu metode pada system inferensi fuzzy yang menggunakan rata-rata berbobot dan fungsi keanggotaannya menggunakan penalaran monoton.

Pengamatan dilakukan pada bagian teliti ulang baik pada pelanggan maupun *server*. Dari penelitian didapat rata-rata jumlah kedatangannya adalah sebanyak 147 orang/jam dengan rata-rata waktu pelayanan adalah 46 detik/orang, sedangkan dari wawancara didapat rata-rata waktu tunggu yang ditolerir pelanggan adalah 246 detik dan rata-rata persentase waktu menganggur *server* adalah 22.92%. Dari perhitungan rata-rata berbobot untuk setiap aturan diperoleh jumlah server adalah 2.37. Karena jumlah *server* tidak mungkin dalam bentuk pecahan maka dibulatkan menjadi 2 atau 3. Jika menggunakan 2 *server* maka dapat menyebabkan waktu tunggu pelanggan menjadi lebih besar sedangkan waktu menganggur pelanggan menjadi lebih kecil. Sebaliknya jika menggunakan 3 *server* maka dapat mengakibatkan waktu tunggu pelanggan menjadi lebih kecil dan waktu menganggur server lebih besar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan perkembangan industri otomotif yang sangat pesat, masing-masing perusahaan berusaha untuk menetapkan strategi yang tepat agar dapat menarik minat para pembeli. Mereka berusaha menghasilkan produk-produk dengan teknologi tinggi dan dengan harga yang terjangkau. Dengan bertambahnya jumlah masyarakat yang memiliki kendaraan maka jumlah pembayar pajak akan semakin bertambah.

Dinas Pendapatan Daerah (Dipenda) Prop. Bengkulu pada bagian Samsat yang terdiri dari anggota Kepolisian, jasa raharja, dan pegawai kantor Dipenda itu sendiri merupakan tempat pelayanan untuk pembayaran pajak kendaraan. Pendapatan dari pajak kendaraan akan menjadi pendapatan daerah yang berguna bagi pengembangan dan pembanguanan daerah itu sendiri.

Setiap harinya terdapat jumlah pembayar pajak yang lumayan banyak. Namun seringkali terlihat masalah pada loket pendaftaran dan penetapan terutama pada bagian teliti ulang, karena para pembayar harus menunggu dalam antrian yang cukup panjang ketika akan menerima pelayanan dari *server*. Hal ini disebabkan oleh kecepatan dan jumlah pelayanan tidak memadai untuk mengimbangi jumlah pelanggan yang datang yang juga diakibatkan karena situasi antrian memiliki periode sibuk, yaitu periode dimana laju kedatangan meningkat

dibandingkan dengan saat – saat lainnya dalam hari yang sama (Hamdy A. Taha, 1993).

Salah satu bentuk pelayanan yang dituntut oleh para pembayar pajak adalah pelayanan yang cepat, dimana para pembayar pajak tersebut tidak perlu menghabiskan banyak waktu untuk menunggu dilayani pada saat proses teliti ulang. Singkatnya para pembayar pajak dapat terhindar dari antrian yang panjang terutama pada bagian teliti ulang sehingga proses selanjutnya dapat segera dilanjutkan. Masalah antrian yang terjadi karena tingkat pelayanan dari suatu *server* jauh lebih kecil dari tingkat kedatangan pembayar pajak yang harus dilayani.

Bila terjadi sebaliknya, yaitu tingkat pelayanan dari suatu *server* lebih besar dari tingkat kedatangan pembayar pajak, akan terjadi ketidak efisienan. Hal ini akan menyebabkan timbulnya waktu menganggur bagi pekerja dan dapat mengakibatkan kerugian pada pihak perusahaan atas pengeluaran keuangan yang lebih besar dari seharusnya.

Berdasarkan hal tersebut, dengan menggunakan logika fuzzy metode Tsukamoto maka dapat diprediksi jumlah *server* yang mampu memenuhi aspirasi pelanggan berdasarkan waktu tunggu yang dapat ditolerir oleh pelanggan itu sendiri dan aspirasi perusahaan yang berdasarkan pada waktu menganggur server yang dapat ditolerir oleh perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat diidentifikasikan permasalahan yang terjadi dalam suatu sistem pelayanan untuk mengurangi antrian pada loket pembayaran dan penetapan bagian teliti ulang yaitu

"Berapa jumlah server optimal yang mampu memenuhi aspirasi pelanggan dan aspirasi perusahaan ? "

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian yang akan dilakukan. Sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan cepat dan baik sebagai berikut :

1. Objek penelitian di Dinas Pendapatan Daerah Prop. Bengkulu pada Loket pembayaran pendaftaran dan penetapan bagian teliti ulang.
2. Penelitian akan dilakukan menggunakan metode Tsukamoto.
4. Tingkat keterampilan tenaga kerja dianggap normal dan seragam.
5. Pembayar pajak datang pada Server akan menunggu sampai selesai dilayani.
6. Sebab-sebab lain terjadinya antrian di bagian teliti ulang, diluar sistem pelayanan dianggap tidak pengaruh.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mencari jumlah *server* yang harus disediakan dengan menggunakan logika fuzzy berdasarkan metode tsukamoto sehingga dapat mengurangi waktu tunggu dan waktu menganggur pada loket pendaftaran dan

penetapan bagian teliti ulang yang memenuhi aspirasi pelanggan dan aspirasi perusahaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat :

1. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja yang efektif
2. Meningkatkan kepuasan dan kenyamanan pelanggan dalam pembayaran pajak.
3. Meningkatkan minat para pelanggan untuk membayar pajak tepat waktu dan secara langsung tanpa perantara

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk lebih terstrukturnya penulisan tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut :

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Berisi uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Disamping itu juga berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar – dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil penelitian yang dilakukan, untuk menghasilkan suatu kesimpulan dan rekomendasinya atau saran yang harus diberikan untuk penelitian lanjutan.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh melalui pembahasan hasil penelitian. Rekomendasi atau saran-saran yang perlu diberikan baik terhadap peneliti sendiri maupun kepada peneliti lain yang dimungkinkan hasil penelitian tersebut dapat dilanjutkan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Antrian

Suatu proses antrian *(queueing process)* adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua pelayannya sibuk, dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut (Bronson, 1996).

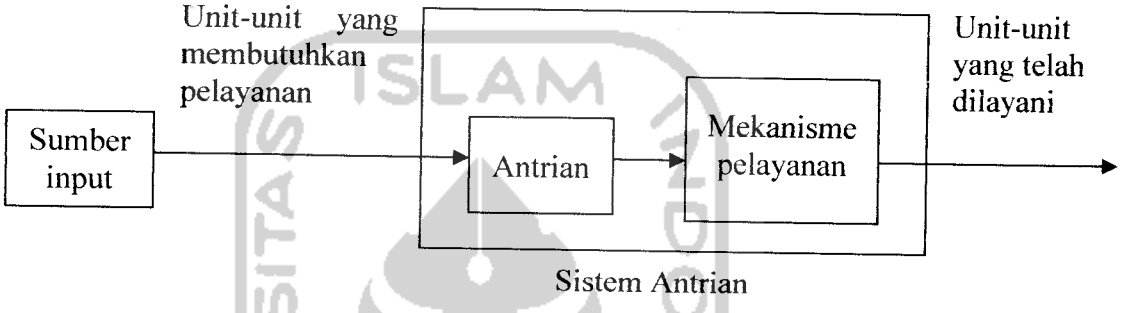
Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelanggarakan pelayanan. Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus ditentukan, walaupun sebenarnya tidak mungkin dapat dibuat suatu prediksi yang tepat mengenai kapan unit-unit yang membutuhkan pelayan akan datang atau berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelenggarakan pelayanan itu (Tjutju T. Dimyati dan Akhmad Dimyati, 1992).

Dalam kehidupan sehari-hari kata antrian (*queuing* atau *waiting line*) sangat sering dijumpai. Istilah antrian digunakan untuk menggambarkan sejumlah kelas gejala (fenomena) yang memuat kedatangan, pelayanan, dan keberangkatan.

Teori antrian diciptakan dalam tahun 1909 oleh ahli matematika dan insinyur berkebangsaan Denmark yang bernama A.K Erlang. Dia mengembangkan model

antrian untuk menentukan jumlah yang optimal dari dari fasilitas *telephone switching* yang digunakan untuk melayani permintaan yang ada. Penggunaan model ini makin meluas sejak akhir Perang Dunia ke II (Pangestu Subagyo, Marwan Asri, dan Hani Handoko 1995).

Proses yang terjadi pada model antrian dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Struktur Dasar Model Antrian

Unit-unit yang memerlukan pelayanan yang diturunkan dari suatu sumber input memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian. Dalam waktu-waktu tertentu anggota antrian dipilih untuk dilayani. Pemilihan ini didasarkan pada suatu aturan tertentu yang disebut disiplin pelayanan atau *service dicipline*. Pelayanan yang diperlukan dilaksanakan dengan suatu mekanisme pelayanan tertentu (*service mechanism*). Setelah itu unit-unit (langganan) tersebut akan meninggalkan sistem antrian (Tjutju T. Dimyati dan Akhmad Dimyati, 1992).

Sistem antrian memiliki komponen sebagai berikut :

1. Populasi Masukan

   Suatu populasi dinyatakan besar bila populasi tersebut lebih besar disbanding dengan kapasitas pelayanan. Berapa banyak pelanggan potensial yang dapat memasuki system antrian dibagi menjadi dua yaitu input populasi terbatas (*finite input population*) dan input tak terbatas (*infinite input population*), anggapan ini umum karena perumusan sumber masukan yang tidak terbatas lebih sederhana daripada sumber yang terbatas.

2. Distribusi Kedatangan

   Menggambarkan bagaimana individu-individu dari populasi memasuki system. Para nasabah datang dalam waktu yang konstan (*constant arrival distribution*) atau datang secara acak (*arrival patern random*). Tingkat kedatangan ini sering mengikuti distribusi probabilitas poisson.

3. Disiplin pelayanan

   Menunjukkan pelanggan mana yang akan dilayani lebih dulu. Pelanggan juga dapat dilayani secara acak dan mungkin juga dilayani secara prioritas, seperti dalam unit gawat darurat (UGD) sebuah rumah sakit.

4. Fasilitas pelayanan

   Mengelompokkan fasilitas pelayanan menurut jumlah yang tersedia. Sistem *single channel* merupakan system yang terdiri dari satu saluran untuk memasuki system pelayanan dengan satu pelayanan. Sistem *multiple channel* terdiri dari satu

antrian dengan dua atau lebih fasilitas pelayanan, seorang pelanggan dapat dilayani oleh siapapun kemudian keluar dari system.

5. Distribusi pelayanan

   Distribusi pelayanan dapat ditetapkan berdasarkan berapa banyak pelanggan yang dapat dilayani per satuan waktu dan berapa lama setiap pelanggan dapat dilayani.

6. Kapasitas pelayanan

   Memaksimumkan jumlah pelanggan yang diperkenankan masuk dalam sistem. Kapasitas sistem mungkin terbatas atau mungkin juga tidak terbatas.

7. Keluar

   Sesudah seseorang dilayani , dia keluar dari system. Sesudah keluar, dia mungkin bergabung pada satu diantara kategori populasi. Dia mungkin bergabung dengan populasi awal dan mempunyai probabilitas yang sama untuk memasuki system kembali, atau mungkin bergabung dengan populasi lain yang mempunyai probabilitas lebih kecil dari kebutuhan pelayanan.

8. Karakteristik system lainnya

   Dalam praktek sistem antrian mungkin para pelanggan tidak akan memasuki antrian jika pelanggan lain telah banyak yang menunggu, dengan kata lain mungkin pelanggan akan meninggalkan antrian.

2.1.1 Disiplin Pelayanan.

Kebiasaan maupun kebijakan dalam memilih langganan mana dalam antrian yang akan dilayani, disebut disiplin pelayanan. Ada 4 bentuk yang biasa digunakan dalam praktek (P. Siagian, 1987), yaitu :

1. *First come first served* (FCFS) atau *first in first out* (FIFO) artinya, lebih dulu datang (sampai) lebih dulu dilayani. Misalnya antri beli tiket di bioskop.
2. *Last come first served* (LCFS) atau *last in first out* (LIFO) artinya, yang tiba terakhir yang keluar lebih dulu. Misalnya antrian dalam elevator (lift) pada lantai yang sama.
3. *Service in random order* (SIRO) artinya. Panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak menjadi masalah siapa yang lebih dulu tiba.
4. *Priority service* (PS) artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada mereka yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah terlebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Kejadian seperti kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang dengan keadaan penyakit yang lebih berat dibanding orang lain dalam suatu tempat praktek dokter. Mungkin juga karena kedudukan atau jabatan dia dipanggil terlebih dahulu atau diberi prioritas lebih tinggi. Demikian juga bagi seseorang yang menggunakan waktu pelayanan yang lebih sedikit diberi prioritas dibanding dengan mereka yang memerlukan pelayanan lebih lama, tidak soal siapa yang lebih dulu masuk garis tunggu.

2.2.2 Mekanisme Pelayanan

Mekanisme pelayanan terdiri atas satu atau lebih fasilitas pelayanan yang masing-masing terdiri atas satu atau lebih saluran pelayanan pararel. Jika ada satu atau lebih pelayanan, maka unit-unit yang memerlukan pelayanan akan dilayani oleh serangkaian fasilitas pelayanan ini (saluran pelayanan seri). Pada fasilitas pelayanan seperti ini, unit yang memerlukan pelayanan memasuki salah satu saluran pelayanan pararel dan dilayani sepenuhnya oleh pelayan yang bersangkutan. Suatu model antrian harus menetapkan urutan-urutan fasilitas semacam itu sekaligus dengan jumlah pelayanan pada masing-masing saluran pararelnya. Kebanyakan model-model dasar mengasumsikan satu fasilitas pelayanan dengan satu atau beberapa pelayan (terbatas).

Waktu yang digunakan sejak pelayanan dimulai sampai satu unit selesai dilayani, disebut sebagai waktu pelayanan (*holding time*). Biasanya diasumsikan bahwa distribusi kemungkinan dari waktu pelayanan ini adalah distribusi Erlang atau distribusi eksponensial atau waktu pelayanan tetap (*constant service time*) (Tjutju T. Dimyati dan Akhmad Dimyati, 1992).

Ada 3 aspek yang harus diperhatikan dalam mekanisme pelayanan (P. Siagian, 1987), yaitu :

1. Tersedianya pelayanan

   Mekanisme pelayanan tidak selalu tersedia untuk setiap saat. Misalnya pertunjukan bioskop, loket penjualan karcis masuk hanya dibuka pada waktu

tertentu antara satu pertunjukan dengan pertunjukan berikutnya. Sehingga pada saat loket ditutup, mekanisme pelayanan terhenti dan petugas pelayanan istirahat.

2. Kapasitas pelayanan

   Kapasitas dari mekanisme pelayanan diukur berdasarkan jumlah langganan (satuan) yang dapat dilayanani secara bersama-sama. Kapasitas pelayanan tidak selalu sama untuk setiap saat, ada yang tetap, tapi ada juga yang berubah-ubah. Karena itu, fasilitas pelayanan dapat memiliki satu atau lebih saluran. Fasilitas yang mempunyai satu saluran disebut saluran tunggal atau sistem pelayanan tunggal dan fasilitas yang mempunyai lebih dari satu saluran disebut saluran ganda atau pelayanan ganda.

3. Lamanya pelayanan

   Lamanya pelayanan adalah waktu yang dibutuhkan seorang langganan atau satuan-satuan. Ini harus dinayatakan secara pasti. Oleh karena itu, waktu pelayanan boleh tetap dari waktu ke waktu untuk semua langganan atau boleh juga berupa variable acak. Umumnya dan untuk keperluan analisis, waktu pelayanan dianggap sebagai variable acak yang terpencar secara bebas dan sama dan tidak tergantung pada waktu pertibaan.

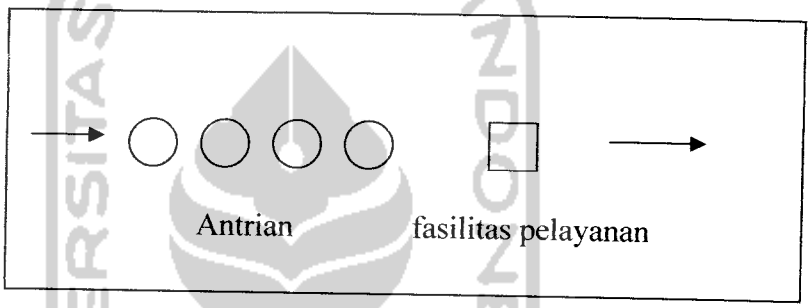
2.2.3 Struktur Model Antrian

Berdasarkan proses pelayanannya, dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran dan fasa yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda.

Ada empat struktur antrian dasar yang menggambarkan kondisi umum di suatu fasilitas pelayanan :

1. Saluran tunggal fasa tunggal (*Single channel single phase*)

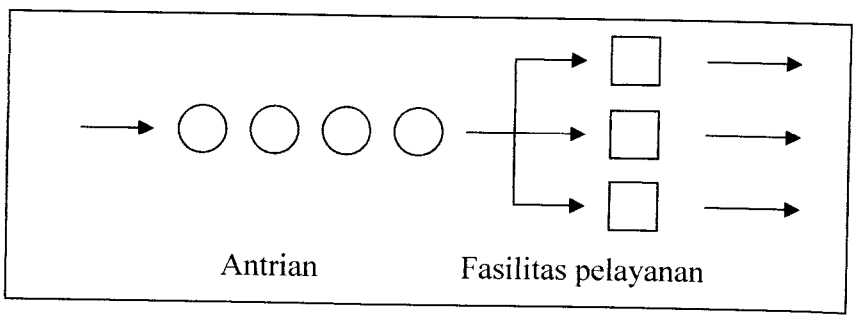
   Struktur antrian ini merupakan stuktur yang paling sederhana dimana hanya memiliki satu jalur (saluran) untuk memasuki sistem pelayanan yang ada dan hanya ada satu stasiun pelayanan, sehingga setelah menerima pelayanan pelanggan (individu-individu) keluar dari sistem.



Gambar 2.2 Model antrian saluran tunggal fasa tunggal

2. Saluran berganda fasa tunggal (*multiple channel phase single*)

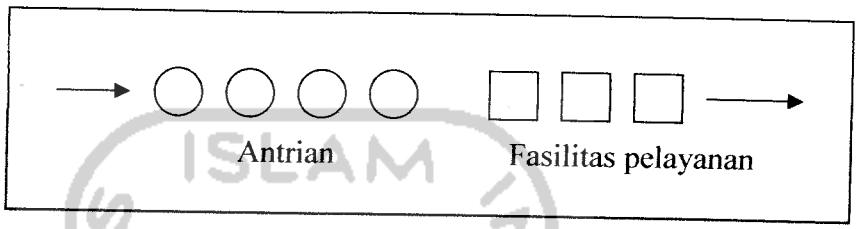
   Struktur antrian ini terjadi jika jumlah stasiun pemrosesan (pelayanan) ditambah atau lebih dari satu tetapi tetap menggunakan satu antrian tunggal.



Gambar 2.3 Model antrian saluran berganda fasa tunggal

3. Saluran tunggal fasa berganda (*single channel multiple phase*)

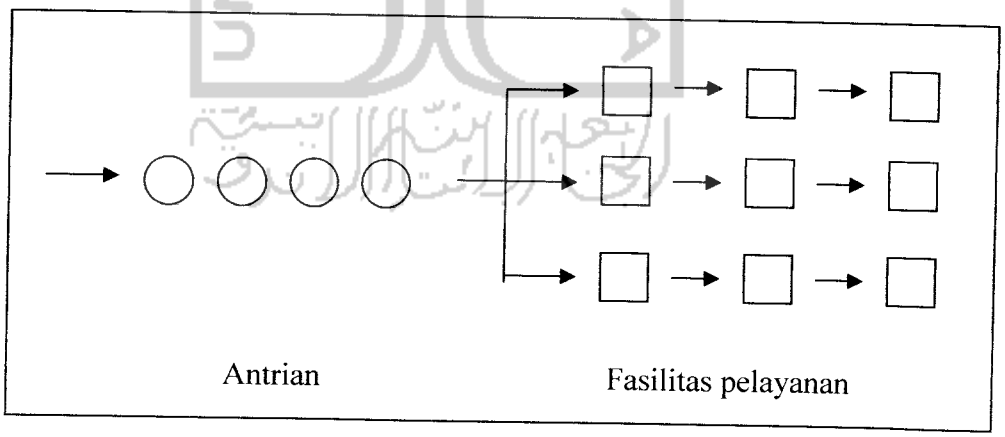
   Struktur antrian ini pada dasarnya memiliki sejumlah fasilitas layanan secara serial, menunjukkan dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan.



Gambar 2.4 Model antrian saluran tunggal fasa berganda

4. Saluran berganda fasa berganda (*multi channel multi phase*)

   Struktur antrian ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu.



Gambar 2.5 Model antrian saluran berganda fasa berganda

2.2 Model-Model Keputusan Antrian

Pemilihan satu model yang sesuai hanya dapat memberikan kita ukuran-ukuran kinerja yang menjabarkan perilaku sistem yang bersangkutan. Langkah berikutnya adalah merancang model-model keputusan yang dapat dipergunakan dalam mengoptimumkan rancangan sistem antrian tersebut. Sehingga akan didapat biaya total yang minimum yang berkaitan dengan situasi antrian tersebut.

Tujuan dasar model – model antrian adalah untuk meminimumkan total dua biaya yaitu biaya langsung penyediaan fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung yang timbul karena para individu harus menunggu untuk dilayani (Pangestu Subagyo, Marwan Asri, dan Hani Handoko, 1995).

2.2.1 Model Biaya

Model biaya dalam antrian berusaha menyeimbangkan biaya menunggu dengan biaya kenaikan tingkat pelayanan yang saling bertentangan. Sementara tingkat pelayanan meningkat, biaya waktu menunggu pelayanan menurun (Masrul Indrayana dan Mulki B, 2004).

Tingkat pelayanan optimum terjadi ketika jumlah kedua biaya ini adalah minimum. Model biaya dapat diterapkan untuk dua situasi, yaitu :

1. Berkaitan dengan penentuan laju pelayanan optimum dari sebuah fasilitas pelayan tunggal
2. Berkaitan dengan penentuan jumlah optimum pelayanan pararel dari sebuah pelayan berganda.

2.2.2 Model Tingkat Aspirasi

Model tingkat aspirasi menyadari kesulitan dalam mengestimasi parameter biaya, karena itu model ini didasari oleh analisis yang sederhana. Model ini secara langsung memanfaatkan karakteristik yang terdapat dalam system yang bersangkutan. Tingkat aspirasi didefinisikan sebagai batas dari nilai-nilai ukuran yang saling bertentangan dan ingin diseimbangkan oleh pengambil keputusan tersebut.

Model yang ideal ialah kalau kita menentukan taksiran terpercaya dari parameter ongkos yang diperlukan. Kadang-kadang sukar bahkan tidak mungkin menaksir parameter ongkos terutama menyangkut waktu tunggu. Oleh karena itu harus dicari kriteria yang lain seperti apa yang dinamakan dengan tingkat aspirasi (*aspiration level*) yang digunakan bila ongkos tidak dapat dalam praktek.

Pada umumnya antrian diperlukan pengambil keputusan untuk mengoptimalkan pelayanan dan antrian per satuan ongkos waktu. Apabila untuk menaksirkan parameter ongkos waktu tunggu mengalami kesulitan, maka dapat digunakan model keputusan tingkat aspirasi, dimana analisanya langsung didasarkan pada batas maksimal yang diperbolehkan untuk parameter tersebut. Parameter dipilih berdasarkan ukuran yang dioptimalkan untuk masalah yang dihadapi.

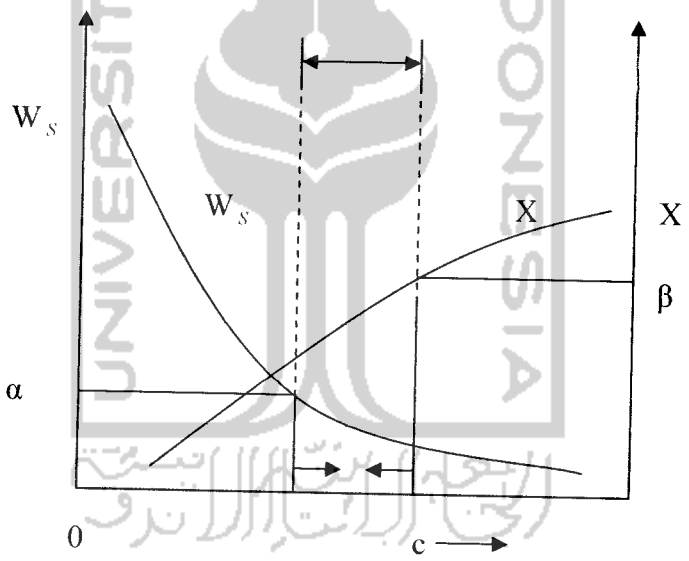
Pada penelitian ini jumlah fasilitas pelayanan berdasarkan ukuran waktu tunggu karena dalam sistem antrian untuk menentukan nilai optimum parameter pembatas perlu diketahui karakteristik sistem yang diamati dan ditentukan dari tingkat keinginan tertentu yang ditetapkan oleh pengambil keputusan sehingga tingkat aspirasi merupakan batas atas nilai parameter yang diseimbangkan.

Dalam model ini ditentukan jumlah pelayan c yang optimal dari dua ukuran yang bertentangan yaitu (Hamdy A. Taha, 1993) :

1. Waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem (Ws)
2. Persentase waktu menganggur para pelayan (X)

Kedua aspirasi ini mencerminkan aspirasi pelanggan dan pelayan. Jika tingkat aspirasi untuk Ws dan X diketahui α dan β, maka metode tingkat aspirasi dapat diekspresikan secara matematis sebagai berikut :

Tentukan jumlah pelayan sedemikian rupa sehingga : $Ws \leq \alpha$ dan $X \leq \beta$



Gambar 2.6 Kurva daerah penerimaan W_s dan X

Untuk membatasi dalam pengambilan keputusan spesifik dapat dihitung parameter biaya c_2 yang dihasilkan dari pemilihan c untuk tingkat aspirasi tertentu.

Hal ini disebabkan karena pada umumnya lebih sulit untuk mengestimasi biaya menunggu dibandingkan dengan mengestimasi biaya yang berkaitan dengan penambahan satu fasilitas baru

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan pengembangan dari teori himpunan fuzzy yang diprakarsai oleh Prof. Lufti Zadeh dari Universitas California USA, pada tahun 1965. Logika fuzzy berbeda berbeda dengan logika digital biasa, dimana logical hanya mengenal dua keadaan yaitu YA TIDAK atau *ON OFF* atau *HIGH LOW* atau 1 0 (Johansyah Liman, 2006). Sedangkan logika fuzzy meniru cara berpikir manusia,dimana tiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan dengan menggunakan konsep sifat continue antara 1 sampai 0. Hal ini disebut himpunan fuzzy (*fuzzy set*). Dengan kata lain nilai kebenaran suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah (Jun, Yan, Michael, dan James, 1994).

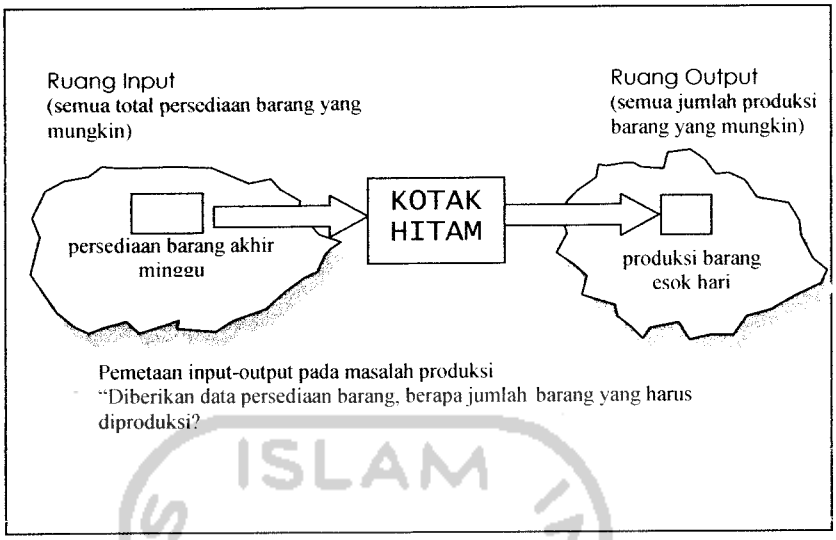
Selama beberapa dekade yang lalu, himpunan fuzzy dan hubungannya dengan logika fuzzy telah digunakan dalam lingkup domain permasalahan yang luas, lingkup ini anatara lain mencakup kendali proses, klasifikasi, dalam pencocokan pola manajemen dan pengambilan keputusan, riset operasi, ekonomi, dan lain-lain. Sejak tahun 1985, terjadi perkembangan yang sangat pesat pada logika fuzzy tersebut terutama dalam hubungannya dengan penyelesaian masalah kendali terutama yang bersifat nonlinear, *defined time varying* (Sri Kusumadewi, 2001)

2.3.1 Pengertian Logika Fuzzy

Orang yang belum pernah mengenal logika fuzzy pasti akan mengira bahwa logika fuzzy nerupakan sesuatu yang amat rumit dan tidak menyenangkan. Namun, sekali seorang mulai mengenalnya, ia pasti akan sangat tertarik dan akan menjadi pendatang baru untuk ikut serta mempelajari logika fuzzy. Logika fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan bebarapa tahun lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika fuzzy itu sendiri sudah ada pada diri kita sejak lama (Sri Kusumadewi, 2003).

Logika fuzzy dianggap mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan factor–faktor yang ada. Logika fuzzy diyakini dapat sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang ada (Fajar W. Andista, Much. Djunaidi, dan Eko Setiawan, 2005). Contohnya :

1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
2. Pelayan restoran memberikan informasi seberapa baik pelayanannya terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai kepada pelayannya;
3. Penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya.



Gambar 2.7 Contoh pemetaan input-output

2.3.2 Alasan Digunakannya Logika Fuzzy

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy (Sri Kusumadewi, 2003). Antara lain :

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang lain daripada yang lain.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun bagian teratas dari pengalaman-pengalaman para pakar.

6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

2.3.3 Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy memiliki nilai keanggotaan yang terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_{A(X)}=0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A. Demikian juga apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_{A(X)}=1$ berarti x menjadi anggota himpunan A.

Terkadang kemiripan antara keanggotaan dan probabilitas sering menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval (0,1), namun interprestasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang.

Himpunan fuzzy memiliki dua atribut, yaitu :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: muda, parobaya, tua.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable, seperti: 40, 25, 50, dsb.

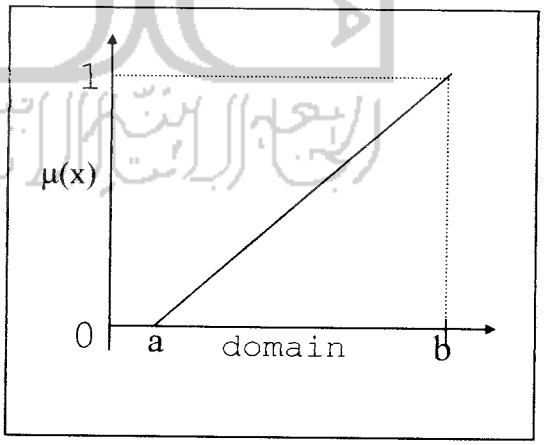
2.3.4 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannnya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang sering digunakan.

1. Representasi Linear

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

   Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 0 bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

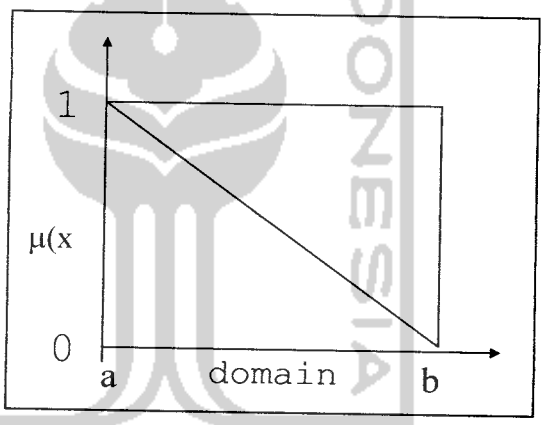


Gambar 2.8 Representasi Linear Naik

Fungsi keanggotaan :

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

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domaindengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



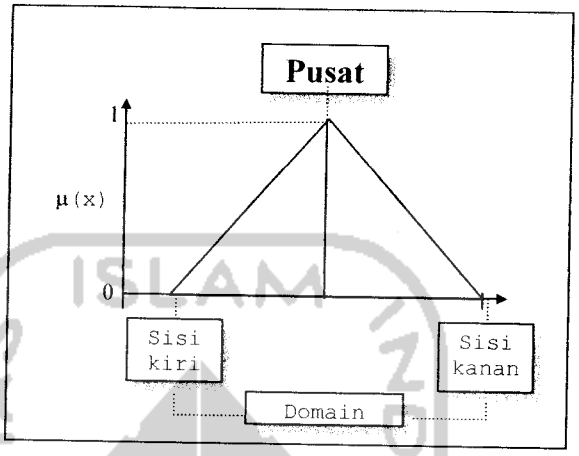
Gambar 2.9 Representasi Linear Turun

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} (b-x)/(b-a) \rightarrow a \leq x \leq b \\ 0 \qquad\qquad\quad \rightarrow a \geq b \end{cases}$$

2. Representasi Kurva Segitiga

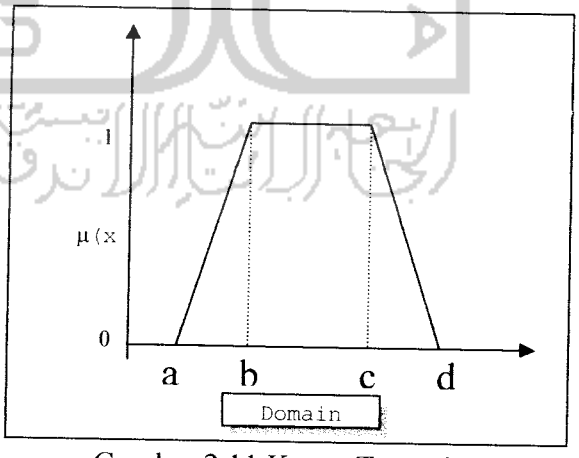
Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear).



Gambar 2.10 Kurva Segitiga

3. Representasi Kurva Trapesium

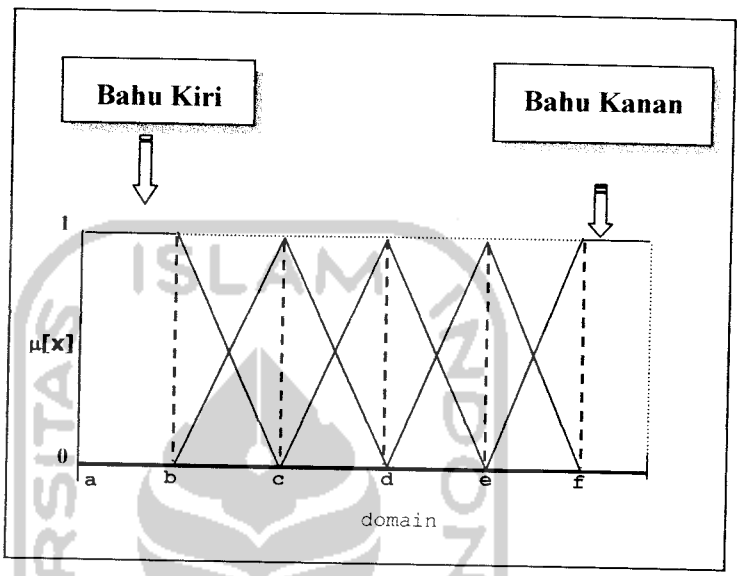
Kurva segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2.11 Kurva Trapesium

4. Representasi kurva bentuk bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variable yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun.

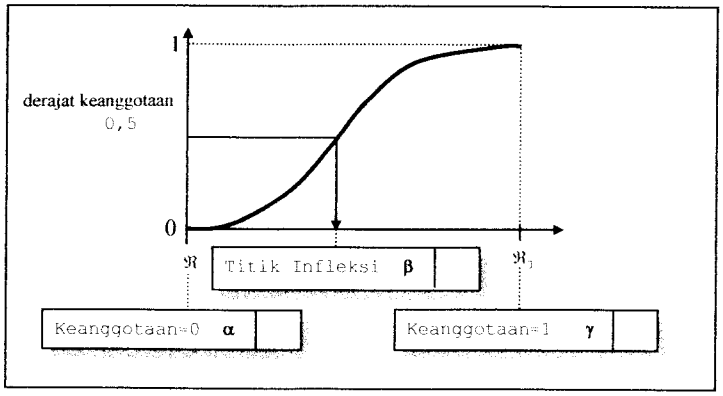


Gambar 2.12 Kurva bentuk bahu

5. Representasi kurva-S

Kurva pertumbuhan dan penyusutan merupakan kurva S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear.

Kurva S untu 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.

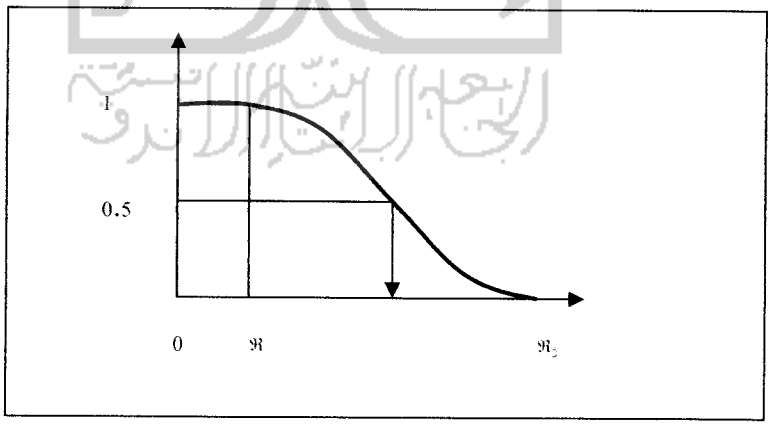


Gambar 2.13 Kurva-S pertumbuhan

Fungsi keanggotaan pada kurva-S Pertumbuhan :

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

Kurva S penyusutan akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0).



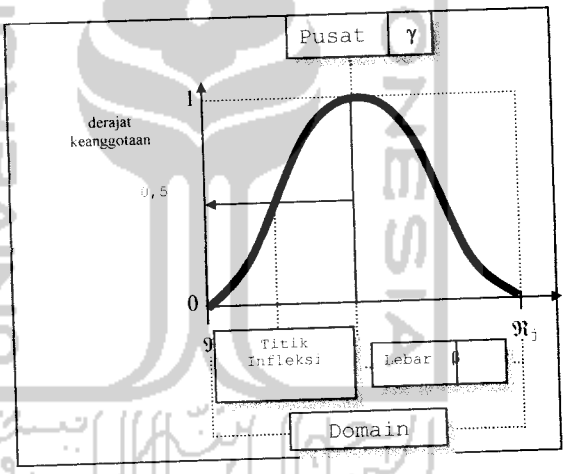
Gambar 2.13 Kurva-S pertumbuhan

Fungsi keanggotaan pada kurva-S Penyusutan :

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

6. Representasi kurva π

Kurva πberbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ) dan lebar kurva (β).



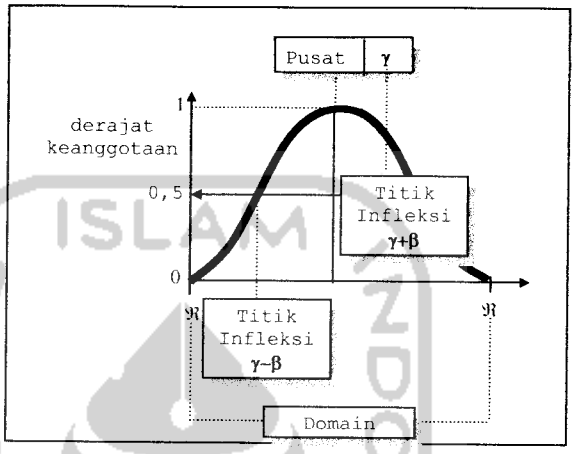
Gambar 2.14 kurva π

Fungsi keanggotaan kurva π

$$\Pi(x,\beta,\gamma)=\begin{cases}S\left(x;\gamma-\beta,\gamma-\frac{\beta}{2},\gamma\right) & \rightarrow \quad x\le\gamma\\ 1-S\left(x;\gamma,\gamma+\frac{\beta}{2},\gamma+\beta\right) & \rightarrow \quad x>\gamma\end{cases}$$

7. Representasi Kurva β

Kurva ini didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva (γ) dan setengah lebar kurva (β).



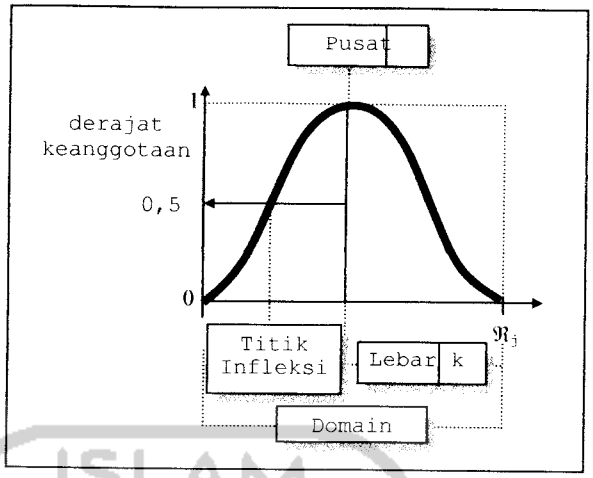
Gambar 2.14 Kurva β

Fungsi keanggotaan Kurva β

$$B(x;\gamma,\beta) = \frac{1}{1+\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^2}$$

8. Representasi Kurva Gauss

Kurva Gauss menggunakan γ untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva dan k menunjukkan lebar kurva.



Gambar 2.15 Kurva Gauss

Fungsi keanggotaan kurva Gauss :

$$G(x;k,\gamma) = e^{-k(\gamma - x)^2}$$

2.3.5 Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvesional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan fire strength atau α-predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

1. Operator AND

   Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

2. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator *OR* diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

3. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α-predikat sebagai hasil operasi dengan operatos *NOT* diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

2.3.6 Fungsi-fungsi implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengentahuan fuzzy berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Ada 2 jenis proposisi fuzzy (Sri Kusumadewi, 2000), yaitu

1. Conditional fuzzy proposition

Jenis ini ditandai dengan dengan penggunaan pernyataan IF. Secara umum:

IF x is A THEN y is B

Dengan x dan y adalah scalar, dan A dan B adalah variable linguistic. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan penghubung fuzzy, seperti:

IF $(x_i$ is $A_i)$.

2. Unconditional fuzzy proposition

Jenis ini ditandai dengan digunakannya pernyataan IF. Bentuk umumnya adalah

x is A

Dengan x adalah scalar, dan A adalah variable linguistic. Proposisi yang tak terkondisi selalu diaplikasikan dengan model AND.

2.3.7 Penalaran Monoton

Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi fuzzy. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan untuk penskalaan fuzzy. Jika 2 daerah fuzzy direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut :

IF x is A THEN y is B

Transfer fungsi

Y = f ((x,A),B)

Maka system fuzzy dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekoposisi fuzzy. Nilai output dapat diestlmasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.

Implikasi secara monoton akan menyeleksi daerah fuzzy A dan B dengan algoritma sebagai berikut :

- Untuk suatu elemen x pada domain A, tentukan nilai keanggotaannya dalam daerah fuzzy A.

- Pada daerah fuzzy B, nilai keanggotaan yang berhubungan dengan tentukan permukaan fuzzinya. Nilai pada sumbu domain y, merupakan solusi dari fungsi implikasi tersebut.

2.4 Metode Tsukamoto

Di dalam metode tsukamoto, konsekuen dari setiap aturan if then fuzzy ditunjukkan oleh sebuah susunan fuzzy dengan sebuah monotical. Pada metode tsukamoto, output yang telah mengalami inferensi dari setiap aturan, didefinisikan sebagai *crips* yang dimunculkan oleh aturan ini. Output secara keseluruhan dipahami sebagai rata-rata berbobot dari setiap aturan output.

Karena setiap aturan berakibat pada inferensi sebuah output *crips*, model fungsi tsukamoto mengagregasi setiap aturan output dengan metode rata-rata berbobot dan oleh karena itu menghindari proses defuzzifikasi yang banyak memakan waktu. Namun demikian model fungsi tsukamoto tak sering digunakan, karena model ini tidak transparan seperti model fungsi mamdani dan sugeno. Berikut adalah contoh input tunggal:

Jika X adalah kecil, maka Y adalah C1

Jika X adalah sedang, maka Y adalah C2

Jika X adalah tinggi, maka Y adalah C3

Karena mekanisme pendasaran pemikiran model fungsi tsukamoto tidak mengikuti dengan ketat aturan inferensi komposisional, output ini selalu singkat bahkan ketika input ini adalah fuzzy.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

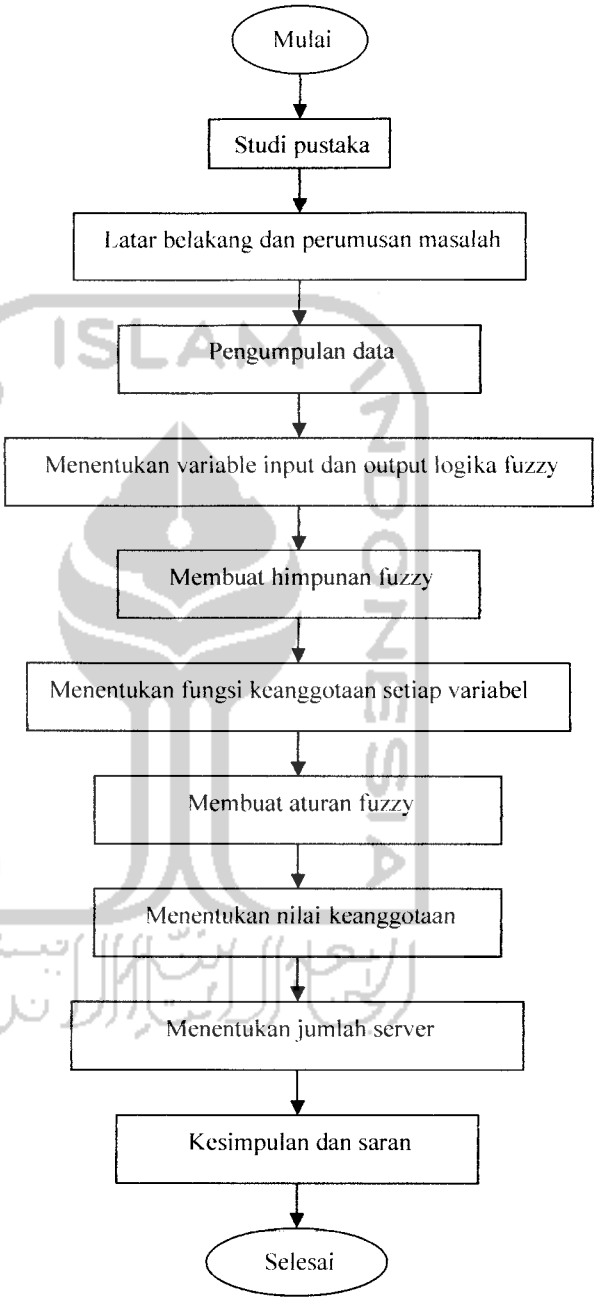
3.1 Pendahuluan

Langkah-langkah pebelitian perlu disusun secara baik untuk mempermudah penyusunan laporan penelitian. Adapun langkah-langkah penelitian dapat dipresentasikan oleh gambar 3.1.

3.2 Kajian Pustaka

Ada dua macam studi pustaka yang dilakukan yaitu studi pustaka induktif dan deduktif. Kajian induktif adalah kajian pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian. Dan berminat bagi peneliti untuk menjadi kekinian topic penelitian. Kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan lain sebagainya. Pada kajian induktif dapat diketahui perkembangan penelitian, batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Disamping itu dapat diketahui perkembangan metode-metode mutakhir yang pernah dilakukan peneliti lain. Kajian deduktif membangun konseptual yang mana fenomena-fenomena atau parameter-parameter yang relevan disistematika, diklasifikasikan dan dihubung-hubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memccahkan masalah penelitian.

Adapun langkah-langkah penelitian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

Penjelasan dari langkah-langkah penelitian yaitu :

- Pada kajian pustaka, masalah yang akan diteliti adalah mengurangi jumlah antrian dengan menentukan jumlah server optimal yang dianalisa baik dari aspirasi pelanggan maupun perusahaan. Sehingga pelanggan akan merasa lebih puas dan pihak perusahaan juga tidak dirugikan.
- Data-data yang dibutuhkan yaitu :
  1. Bilangan random
  2. Jumlah kedatangan (orang/jam) yaitu banyaknya jumlah pelanggan yang datang untuk membayar pajak selama 1 jam.
  3. Waktu pelayanan (menit/orang) yaitu waktu yang digunakan seorang server untuk melayani seorang pelanggan.
  4. Jam kerja (jam/hari) yaitu lamanya waktu kerja seorang server selama 1 hari.
  5. Waktu tunggu yang ditolerir oleh pelanggan yaitu waktu yang dapat ditolerir seorang pelanggan untuk mengantri.
  6. Waktu menganggur yang ditolerir oleh perusahaan
  7. Jumlah server
- Dari data ditetapkan bahwa yang menjadi variable input pada logika fuzzy adalah banyaknya jumlah pelanggan yang datang (orang/jam), waktu pelayanan (detik/orang), waktu tunggu yang ditolerir oleh pelanggan (detik) dan waktu menganggur server yang ditolerir oleh perusahaan (%). Sedangkan yang menjadi output yaitu jumlah server (orang).

- Dalam himpunan fuzzy akan ditentukan kondisi atau keadaan tertentu dalam variable fuzzy yaitu dengan menentukan nilai domainnya.
- Aturan fuzzy yang dibuat harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaannya yang monoton. Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval dari 0 sampai 1. Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi.
- Aturan fuzzy yang dibuat pada metode Tsukamoto dibuat dalam bentuk IF-Then berdasarkan input yang dimasukkan dan output dan output yang ingin diperoleh.
- Menentukan nilai keanggotaan untuk masing-masing variable yang dicari berdasarkan himpunan dan representasi kurva.
- Menentukan jumlah server yang harus disediakan dengan menggunakan metode Tsukamoto. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α-predikat. Hasil akhirnya akan diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot.
- Jika telah ditentukan jumlah server yang harus disediakan maka dapat dibuat kesimpulan sesuai dengan rumusan dan batasan masalah yang telah ditetapkan. Dan dari kesimpulan didapat suatu saran yang diharapkan dapat memberikan manfaat.

3.3 Penentuan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di Kantor Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Bengkulu pada loket pendaftaran dan penetapan bagian teliti ulang yang bertugas menerima dan meneliti kelengkapan berkas pembayar pajak kendaraan.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam dua cara:

1. Wawancara

   Yaitu pengumpulan data secara langsung melalui tanya jawab kepada pihak-pihak yang berhubungan dengan masalah penelitian.

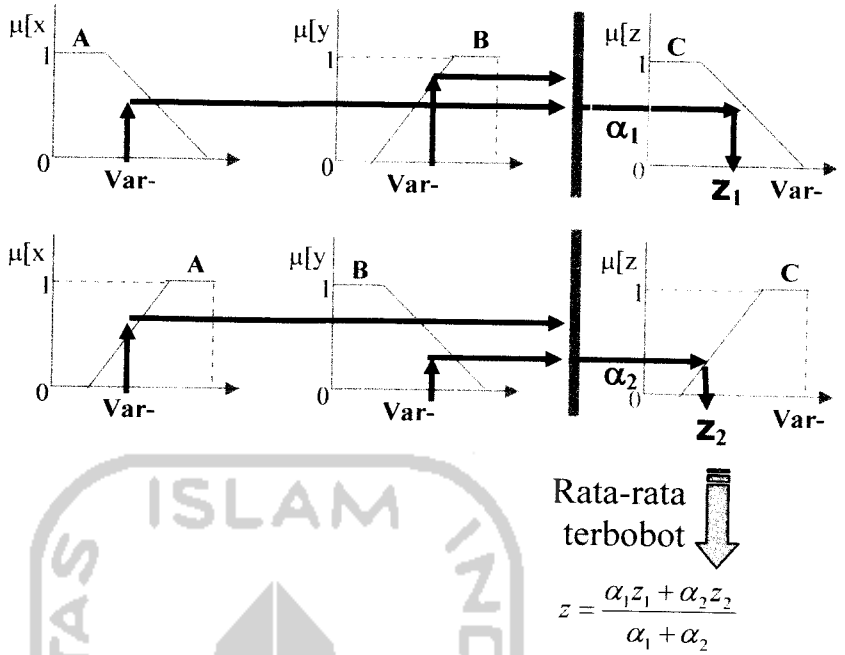
2. Studi lapangan

   Yaitu pengumpulan data dengan mengadakan peninjauan secara langsung terhadap kejadian-kejadian yang berhubungan dengan masalah penelitian.

Kedua pengambilan data tersebur diatas termasuk dalam kriteria pengambilan data primer dan sekunder.

3.5 Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Data-data yang sudah terkumpul kemudian diolah dengan menggunakan perhitungan secara matematis dengan menggunakan metode Tsukamoto dan dari hasil perhitungan akan didapat jumlah server yang harus disediakan.



Gambar 3.2 Inferensi dengan menggunakan metode Tsukamoto

3.6 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengolahan dan analisis data kemudian didiskusikan untuk mengetahui kemungkinan kekurangan atau kelebihan dari hasil penelitian sehingga dapat dibuat suatu rekomendasi sebagai hasil penelitian ini.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

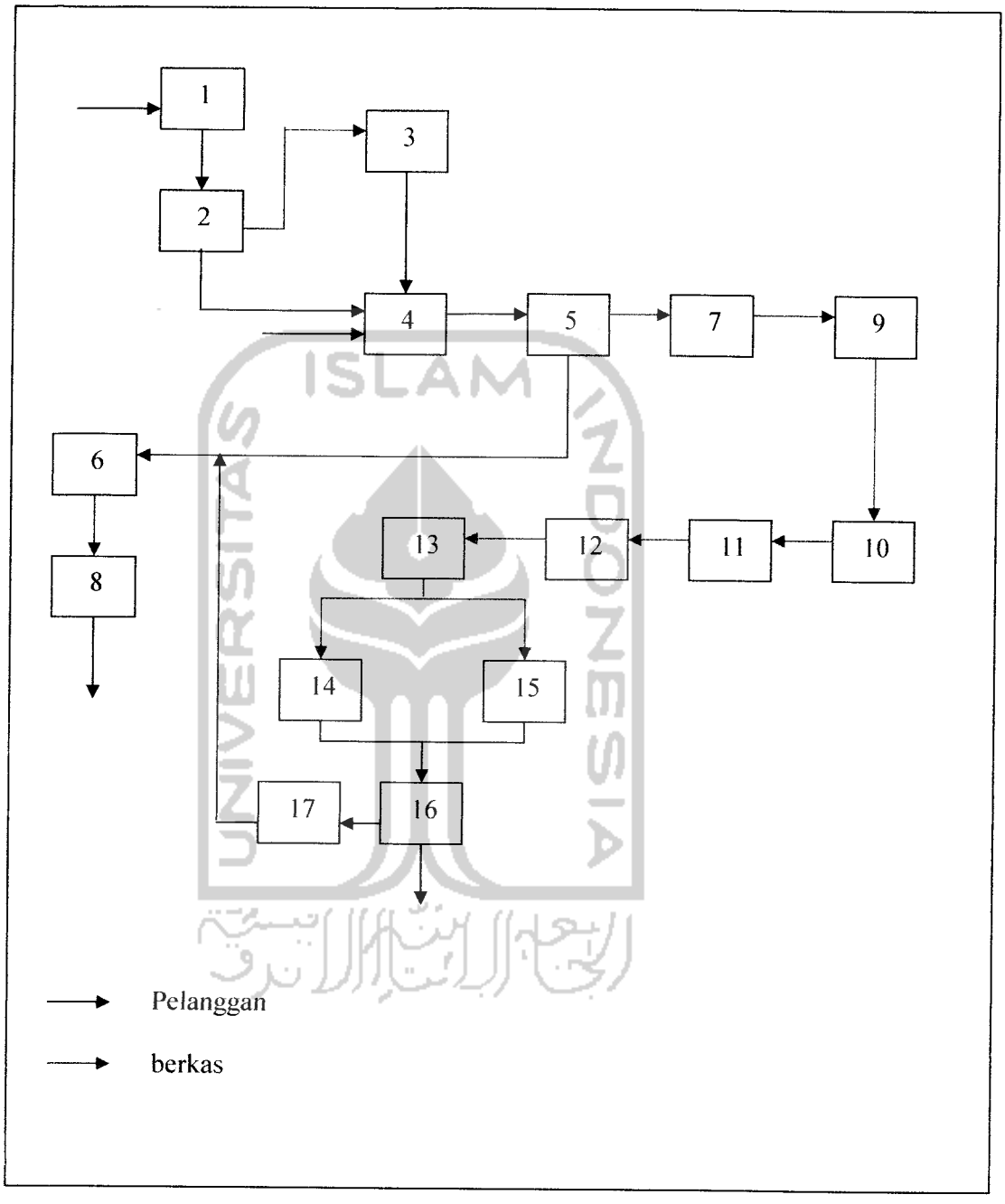
4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan hasil pengamatan yang dilakukan pada kantor Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Bengkulu pada bagian Samsat loket pendaftaran dan penetapan bagian teliti ulang yang beralamat di Jalan Raden Patah No 30 Bengkulu.

Penelitian dilakukan pada saat pemeriksaan berkas pada bagian teliti ulang pada proses pembayaran pajak. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2006 pada hari kerja yaitu senin-kamis dari pukul 08.00-14.00 WIB dengan waktu istirahat pada pukul 12.00-13.00 WIB dan hari jumat dari pukul 08.00-14.00 WIB dengan waktu istirahat pada pukul 12.00-13.30 WIB.

Pengumpulan data dilakukan pada bagian teliti ulang karena pada bagian ini masih dilakukan secara manual oleh pihak kepolisian dan pada saat itu pihak samsat sedang melakukan perbaikan terhadap program yang ada sehingga ada perubahan cara kerja pada bagian lain yang menggunakan computer. Selain itu bagian ini langsung berhadapan dengan pembayar pajak dan terdapat antrian yang cukup banyak dan semua jenis transaksi (teliti ulang, teliti ulang lima tahun, mutasi masuk, mutasi keluar, BBN 1, BBN2, duplikat STNK dan plat) berkas-berkasnya akan diperiksa di bagian ini.

4.1.1 Tahap-tahap Pembayaran Pajak



Gambar 4.1 Tahap-tahap pembayaran pajak

Keterangan :

1. Cek fisik (Melakukan pemeriksaan fisik kendaraan untuk memeriksa no. mesin dan no. Rangka kendaraan). Tahap ini dilakukan oleh pelanggan secara langsung.
2. Pendaftaran 1 (Pendaftaran pertama dilakukan oleh pelanggan secara langsung untuk semua kendaraan yang melalui cek fisik atau pendaftaran kendaraan bermotor baru, perpanjangan 5 tahun, mutasi masuk, mutasi keluar, duplikat dan persyaratan khusus).
3. Kasi Lantas (memberikan acc atau persetujuan terhadap berkas yang diajukan oleh petugas pada pendaftaran 1 berupa permohonan mutasi masuk, mutasi keluar, duplikat STNK, duplikat plat).
4. Pendaftaran 2 (Setelah pendaftaran pertama pelanggan akan membawa berkas pada tahap ini untuk diberi no. pendaftaran dan formulir SPPKB, bagi pendaftaran perpanjangan berkala 1 tahun langsung menuju ke pendaftaran ini).
5. Teliti ulang (Setelah pelanggan mengisi formulir SPPKB maka langsung diserahkan pada tahap ini agar diteliti kelengkapan dan keabsahan berkas permohonan dan membubuhkan paraf pada resi formulir pendaftaran yang diterima dan memberikan resi tersebut kepada pemohon).
6. Gabung arsip (Untuk jenis pendaftaran mutasi keluar, sebelum dilakukan tahap berikutnya, maka pelanggan perlu membawa berkas yang ada kebagian arsip agar data-data kendaraan dapat disimpan dan disusun sebagai arsip).

16. pengambilan STNK (Setelah dicetak dan disahkan, pembayar pajak dapat mengambil STNK dengan membawa bukti slip pembayaran pajak).
17. Penandatanganan BPKB.

4.1.2 Data Tingkat Kedatangan

Pengumpulan data dilakukan pada loket pendaftaran dan penetapan bagian teliti ulang kantor Dipenda secara acak pada jam-jam kerja yang ada yaitu dari pukul 08.00 sampai dengan 14.00 dengan waktu istirahat antara pukul 12.00 sampai dengan 13.00, pada bulan November 2006.

Tabel 4.1 Tingkat Kedatangan per Jam

Tanggal (November 2006)	Tingkat kedatangan (orang)				
	08.01-09.00	09.01-10.00	10.01-11.00	11.01-12.00	13.01-14.00
1	223		120		
2					142
3			203	112	
6	297		184		156
7		201	126		
8	243	113			95
9				131	
10	308		87		
13					146
14		211			83
15	196			107	

16				103	
17		105		83	
20	208				
21			106		85
22		142		92	
23	109				
24			91	89	
27					
28	231			124	84
29					
30					

Tingkat kedatangan minimal = 83 orang/jam

Tingkat kedatangan maksimal = 308 orang/jam

Rata-rata tingkat kedatangan = 147 orang/jam

4.1.3 Data Waktu Pelayanan

Tabel 4.2 Waktu Pelayanan per Orang

Waktu pelayanan (detik)									
30	26	55	27	25	57	69	61	25	83
28	36	26	26	28	39	49	26	25	25
41	25	26	43	25	28	30	50	27	26
37	25	26	55	25	45	25	26	47	49

26	26	25	67	43	36	36	25	36	64
51	82	64	26	26	29	47	71	28	53
29	49	25	33	25	25	26	27	65	48
57	67	27	39	73	81	84	26	68	41
46	55	64	27	28	25	25	25	57	60
74	65	46	25	69	81	27	27	39	48
29	25	25	25	63	61	73	76	37	41
25	83	49	58	76	69	38	75	69	78
55	42	29	61	78	47	51	39	28	52
76	44	29	31	25	65	29	29	57	59
29	65	68	47	36	75	49	25	61	27
25	54	60	46	52	36	25	28	66	65
63	54	29	25	48	61	41	53	46	68
25	26	51	56	25	65	46	48	51	29
48	53	70	37	55	25	39	47	50	56
30	25	55	57	55	47	25	59	47	46
55	54	57	55	55	47	49	37	64	59

Waktu pelayanan minimal = 25 detik/orang

Waktu pelayanan maksimal = 84 detik

Rata-rata waktu pelayanan = 46 detik

4.1.4 Data Waktu Tunggu Yang Ditolerir Konsumen

Waktu tunggu adalah waktu seorang pelanggan masuk ke dalam antrian sampai waktu pelanggan tersebut dilayani. Data waktu tunggu yang ditolerir oleh pelanggan didapat dengan menanyakan langsung kepada para pelanggan yang tetap menunggu di kantor Dipenda pada waktu jam istirahat.

Tabel 4.3 Waktu Tunggu Yang Ditolerir Pelanggan Dalam Antrian

Waktu tunggu yang ditolerir pelanggan (detik)				
240	300	240	240	300
300	180	270	180	300
180	210	180	300	300
240	180	300	300	180
300	300	240	240	210

Waktu tunggu minimal = 180 detik

Waktu tunggu maksimal = 300 detik

Rata-rata waktu tunggu yang ditolerir konsumen (Ws) = 246 detik/orang

4.1.5 Data Waktu Menganggur Server yang Ditolerir Perusahaan

Data waktu menganggur yang ditolerir oleh perusahaan didapat dengan wawancara kepada Kepala Dipenda, Ditlantas, Kepala UPP dan Kasilantas kota Bengkulu..

Tabel 4.4 Toleransi waktu menganggur server

Toleransi waktu menganggur server (%)	
16.67	16.67
25	33.33

Waktu menganggur server minimal = 16.67%

Waktu menganggur server maksimal = 33.3%

Waktu rata-rata menganggur server yang ditolerir perusahaan = 22.92%

4.1.6 Data Jumlah Server

Jumlah server yang tersedia pada loket pendaftaran dan penetapan bagian teliti ulang adalah 2 server dan setiap harinya minimal ada 1 server yang bertugas. Jumlah server dapat ditambah sesuai dengan jumlah kedatangan para pembayar pajak. Luas dari keseluruhan kantor Dipenda adalah sekitar 25 x 70 m^2, dan untuk ruang pendaftaran dan penetapan kurang lebih seluas 15 x 9 m^2. Fasilitas yang sudah ada terdapat panjang ruangan sekitar 5 m, sedangkan panjang 1 meja sepanjang 1.2 m dan jarak 20 cm, jadi dapat ditambah sebanyak 3 meja.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Menentukan Variabel Input dan Output

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variable input dan variable output. Variabel input terdiri dari tingkat kedatangan, waktu

7. perekaman data (Pada tahap ini dilakukan penyimpanan data system computer seperti no. polisi dan no. pendaftaran serta data-data lainnya). Dari tahap ini hanya berkas yang diproses dan tidak berhadapan langsung dengan pelanggan sampai pada pengambilan STNK dan plat serta penandatanganan BPKB.
8. Pembuatan surat keputusan tentang perpindahan kendaraan keluar dari daerah asal.
9. pencetakan (mencetak slip besarnya perhitungan pajak).
10. Koreksi jasa raharja (Memeriksa dan menetapkan besarnya jumlah asuransi yang harus dibayarkan).
11. koreksi pajak (Memeriksa kebenaran besarnya penetapan dan denda pajak yang harus dibayarkan).
12. pengesahan (Menerima hasil koreksi pajak dan memberikan paraf pada hasil koreksi sehingga besarnya pajak yang harus ditentukan sudah ditetapkan).
13. pembayaran (menerima pembayaran dan meneruskan berkas kepada petugas pencetakan dan pengesahan STNK).
14. Pencetakan STNK (Mencetak STNK pada transaksi teliti ulang lima tahun, BBN 1, BBN 2, mutasi masuk dan duplikat STNK serta memberi cap pembayaran pajak).
15. Pembuatan plat nomor kendaraan (Pembuatan plat kendaraan pada transaksi teliti ulang lima tahun, BBN 1, BBN 2, mutasi masuk dan duplikat plat).

pelayanan, waktu tunggu konsumen, dan waktu menganggur server. Sedangkan yang variable outputnya adalah jumlah server.

Tabel 4.5 Variabel Fuzzy

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan	Keterangan
Input	Tingkat kedatangan	[83, 308]	Orang/jam	Rata-rata tingkat kedatangan orang/jam
	Waktu pelayanan	[25, 84]	Detik/orang	Rata-rata waktu pelayanan setiap konsumen
	Waktu tunggu konsumen dalam antrian	[180,300]	Detik	Waktu tunggu yang ditolerir konsumen
	Waktu Menganggur	[16.67, 33.33]	%	Waktu menganggur server yang ditolerir perusahaan
Output	Jumlah server	[1, 5]	orang	Jumlah server yang harus disediakan

4.2.2 Membuat Himpunan Fuzzy

Setelah menentukan variable input dan output, langkah selanjutnya adalah membuat himpunan fuzzy dan menentukan nilai domainnya.

Adapun himpunan-himpunan fuzzy yang digunakan setiap variable seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6 Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Domain	Satuan
Input	Tingkat kedatangan	SEDIKIT NORMAL BANYAK	[83, 195.5] [139.25, 251.75] [195.5,308]	Orang/jam
	Waktu pelayanan	SEBENTAR NORMAL LAMA	[25, 54.5] [39.75, 69.25] [54.5, 84]	Detik/orang
	Waktu tunggu pelanggan dalam antrian	SEBENTAR NORMAL LAMA	[180, 240] [210, 270] [240, 300]	Detik
	Waktu Menganggur	SEBENTAR NORMAL LAMA	[16.67, 25] [20.835, 29.165] [16.91, 33.33]	%
Output	Jumlah server	SEDIKIT BANYAK	[1, 3] [2, 5]	orang

Contoh perhitungan :

Variabel Tingkat kedatangan

- Domain himpunan fuzzy tingkat kedatangan SEDIKIT

$$= \frac{BatasBawah + BatasAtas}{2}$$

$$= \frac{83 + 308}{2} = 195.5$$

[83, 195.5]

- Domain himpunan fuzzy tingkat kedatangan NORMAL

$$= \frac{BatasBawah + BatasAtas}{2}$$

$$= \frac{83 + 195.5}{2} = 139.25$$

[139.25, 251.75]

- Domain himpunan fuzzy tingkat kedatangan BANYAK

$$= \frac{BatasBawah + BatasAtas}{2}$$

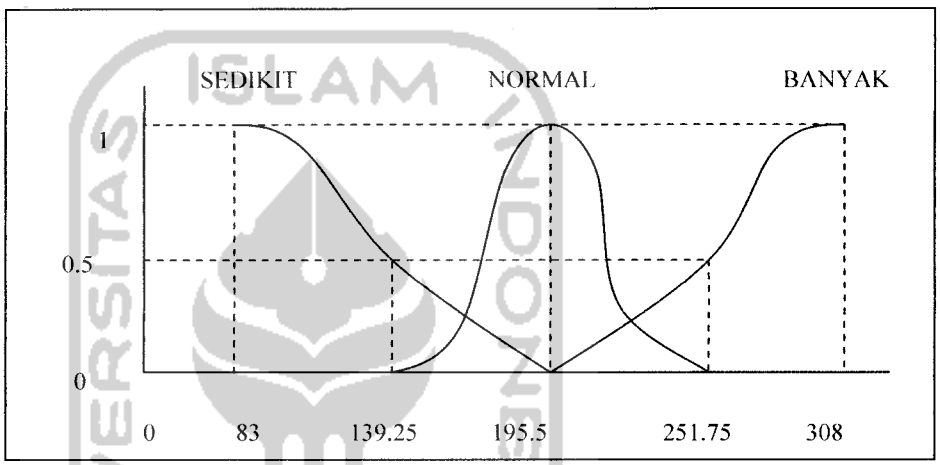
$$= \frac{83 + 308}{2} = 195.5$$

[195.5, 308]

4.2.3 Menentukan Fungsi Keanggotaan

a. Fungsi Keanggotaan Variabel Tingkat Kedatangan

Untuk mempresentasikan variabel tingkat kedatangan digunakan kurva representasi S untuk himpunan SEDIKIT dan BANYAK sedangkan himpunan NORMAL menggunakan kurva π.



Gambar 4.2 Kurva Variabel Tingkat Kedatangan

Fungsi Keanggotaan SEDIKIT :

$$S(x;\alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}1 & \rightarrow \ x \le 83\\ 1-2((x-83)/(195.5-83))^2 & \rightarrow \ 83 \le x \le 139.25\\ 2((195.5-x)/(195.5-83))^2 & \rightarrow \ 139.25 \le x \le 195.5\\ 0 & \rightarrow \ x \ge 195.5\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan NORMAL :

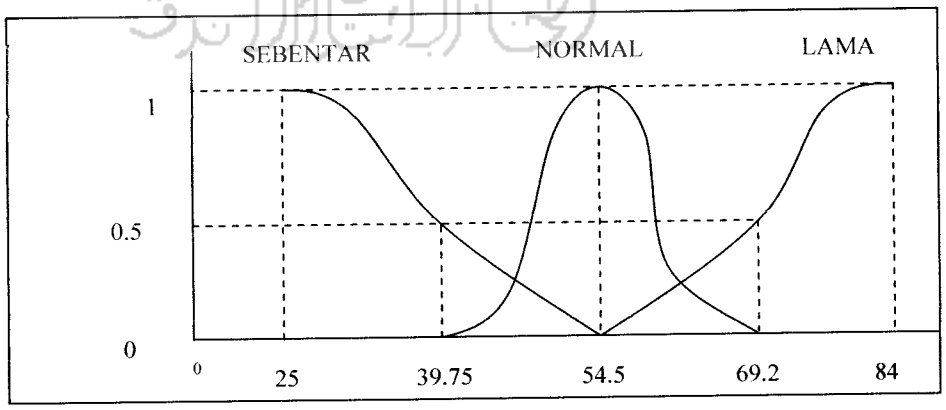
$$\pi(x:\alpha,\beta)\begin{cases}0 & \rightarrow x \le 139.25, x \ge 251.75\\ 2((x-139.25)/(195.5-139.25))^2 & \rightarrow 139.25 \le x \le 167.375\\ 1-2((195.5-x)/(195.5-139.25))^2 & \rightarrow 167.375 \le x \le 195.5\\ 1-2((x-195.5)/(251.75-195.5))^2 & \rightarrow 195.5 \le x \le 223.625\\ 2((251.75-x)/(251.75-195.5))^2 & \rightarrow 223.625 \le x \le 251.75\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan BANYAK :

$$S\ (x:\ \alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}0 & \rightarrow x \le 195.5\\ 2((x-195.5)/(308-195.5))^2 & \rightarrow 195.5 \le x \le 251.75\\ 1-2((308-x)/(308-195.5))^2 & \rightarrow 251.75 \le x \le 308\\ 1 & \rightarrow x \ge 308\end{cases}$$

b. Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Pelayanan

Untuk mempresentasikan variabel Waktu Pelayanan digunakan kurva representasi S untuk himpunan SEBENTAR dan LAMA sedangkan himpunan NORMAL menggunakan kurva π



Gambar 4.3 Kurva Variabel Waktu Pelayanan

Fungsi Keanggotaan SEBENTAR :

$$S(y;\alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}1 & \rightarrow\ y \le 25\\ 1-2((y-25)/(54.5-25))^2 & \rightarrow\ 25 \le y \le 39.75\\ 2((54.5-y)/(54.5-25))^2 & \rightarrow\ 39.75 \le y \le 54.5\\ 0 & \rightarrow\ y \ge 54.5\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan NORMAL :

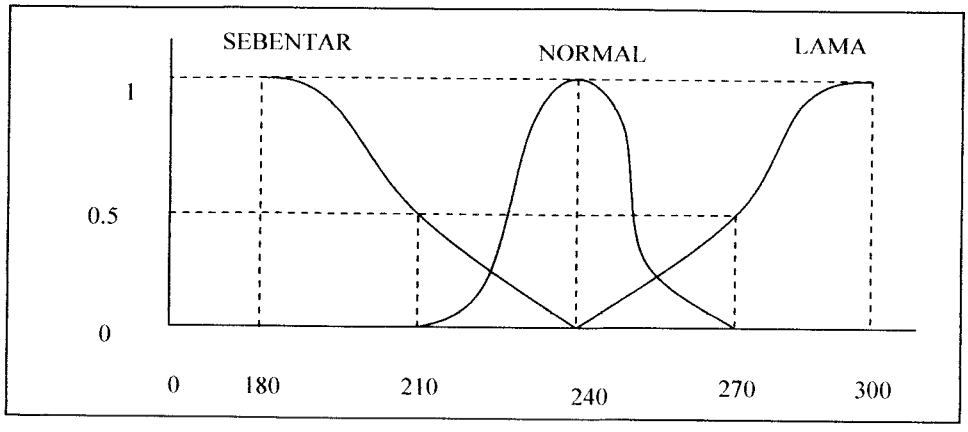
$$\pi(y;\alpha,\beta)\begin{cases}0 & \rightarrow\ y \le 39.75, y \ge 69.25\\ 2((y-39.75)/(54.5-39.75))^2 & \rightarrow\ 39.75 \le y \le 47.125\\ 1-2((54.5-y)/((54.5-39.75))^2 & \rightarrow\ 47.125 \le y \le 54.5\\ 1-2((y-54.5)/(69.25-54.5))^2 & \rightarrow\ 54.5 \le y \le 61.875\\ 2((69.25-y)/69.25-54.5))^2 & \rightarrow\ 61.875 \le y \le 69.25\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan LAMA :

$$S(y;\alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}0 & \rightarrow\ y \le 54.5\\ 2((y-54.5)/(84-54.5))^2 & \rightarrow\ 54.5 \le y \le 69.25\\ 1-2((84-y)/(84-54.5))^2 & \rightarrow\ 69.25 \le y \le 84\\ 1 & \rightarrow\ y \ge 84\end{cases}$$

c. Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Tunggu

Untuk mempresentasikan variabel Waktu Pelayanan digunakan kurva representasi S untuk himpunan SEBENTAR dan LAMA sedangkan himpunan NORMAL menggunakan kurva π.



Gambar 4.4 Kurva Variabel Tunggu

Fungsi Keanggotaan SEBENTAR :

$$S(a:\alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}1 & \rightarrow\ a \le 180\\ 1-2((a-180)/(240-180))^2 & \rightarrow\ 180 \le a \le 210\\ 2((240-a)/(240-180))^2 & \rightarrow\ 210 \le a \le 240\\ 0 & \rightarrow\ a \ge 240\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan NORMAL :

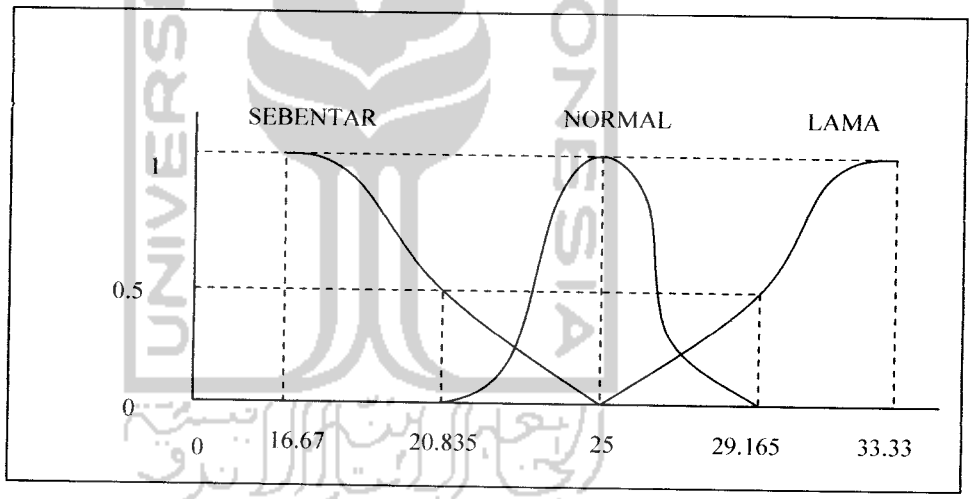
$$\pi(a:\alpha,\beta)\begin{cases}0 & \rightarrow\ a \le 210, a \ge 270\\ 2((a-210)/(240-210))^2 & \rightarrow\ 210 \le a \le 225\\ 1-2((240-a)/((240-210))^2 & \rightarrow\ 225 \le a \le 240\\ 1-2((a-240)/(270-240))^2 & \rightarrow\ 240 \le a \le 255\\ 2((270-a)/270-240))^2 & \rightarrow\ 255 \le a \le 270\end{cases}$$

Fungsi keanggotaanLAMA :

$$S(a:\alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}0 & \rightarrow\ a \le 240\\ 2((a-240)/(300-240))^2 & \rightarrow\ 240 \le a \le 270\\ 1-2((300-a)/(300-240))^2 & \rightarrow\ 270 \le a \le 300\\ 1 & \rightarrow\ a \ge 300\end{cases}$$

d. Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Menganggur

Untuk mempresentasikan variabel Waktu Pelayanan digunakan kurva representasi S untuk himpunan SEBENTAR dan LAMA sedangkan himpunan NORMAL menggunakan kurva π.



Gambar 4.5 Kurva Variabel Waktu Menganggur

Fungsi Keanggotaan SEBENTAR :

$$S(b:\alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}1 & \rightarrow\ b \le 16.67\\ 1-2((b-16.67)/(25-16.67))^2 & \rightarrow\ 16.67 \le b \le 20.835\\ 2((25-b)/(25-16.67))^2 & \rightarrow\ 20.835 \le b \le 25\\ 0 & \rightarrow\ b \ge 25\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan NORMAL :

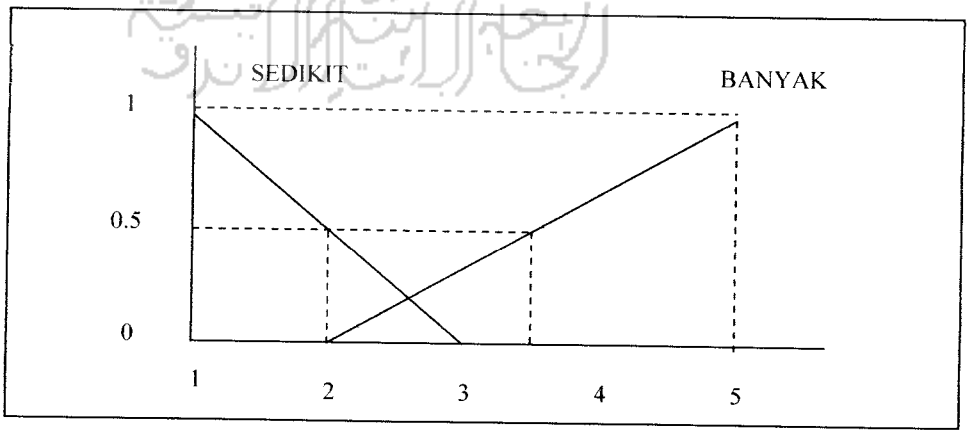
$$\pi(b:\alpha,\beta)\begin{cases}0 & \rightarrow b \le 20.835, b \ge 29.165\\ 2((b-20.835)/(25-20.835))^2 & \rightarrow 20.835 \le b \le 22.9175\\ 1-2((25-b)/(25-20.835))^2 & \rightarrow 22.9175 \le b \le 25\\ 1-2((b-25)/(29.165-25))^2 & \rightarrow 25 \le b \le 27.0825\\ 2((29.165-b)/(29.165-25))^2 & \rightarrow 27.0825 \le b \le 29.165\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan LAMA :

$$S\ (b:\alpha,\beta,\gamma)\begin{cases}0 & \rightarrow\ b \le 25\\ 2((b-25)/(33.33-25))^2 & \rightarrow\ 25 \le b \le 29.165\\ 1-2((33.33-b)/(33.33-25))^2 & \rightarrow\ 29.165 \le b \le 33.33\\ 1 & \rightarrow\ b \ge 33.33\end{cases}$$

e. Fungsi Keanggotaan Variabel Jumlah Server

Untuk mempresentasikan variable jumlah server digunakan kurva representasi linear untuk himpunan SEDIKIT dan BANYAK.



Gambar 4.6 Kurva Variabel Jumlah Server

Fungsi Keanggotaan SEDIKIT :

$$\mu(z)\begin{cases}1 & \rightarrow \quad z \le 1\\ (3-z)/(3-1) & \rightarrow \quad 1 \le z \le 3\\ 0 & \rightarrow \quad z \ge 3\end{cases}$$

Fungsi keanggotaan BANYAK :

$$\mu(z)\begin{cases}0 & \rightarrow \quad z \le 2\\ (z-2)/(5-2) & \rightarrow \quad 2 \le z \le 5\\ 1 & \rightarrow \quad z \ge 5\end{cases}$$

4.2.4 Membuat Aturan Fuzzy

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan maka dibuat aturan fuzzy untuk menentukan jumlah server yang harus disediakan :

[R1] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[2] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Waktu Menganggur is LAMA) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R3] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R4] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Waktu Menganggur is LAMA) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R5] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R6] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is LAMA) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R7] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is LAMA) and (Waktu Tunggu is SEBENTAR) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R8] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is LAMA) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R9] if (Tingkat Kedatangan is SEDIKIT) and (Waktu Pelayanan is LAMA) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R10] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Waktu Pelayanan is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R11] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Waktu Pelayanan is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is LAMA) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R12] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R13] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is SEDIKIT).

[R14] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R25] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R16] if (Tingkat Kedatangan is NORMAL) and (Waktu Pelayanan is LAMA) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R17] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Waktu Pelayanan is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R18] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Waktu Pelayanan is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R19] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Waktu Pelayanan is SEBENTAR) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R20] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R21] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is NORMAL) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R22] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Waktu Pelayanan is NORMAL) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R23] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Waktu Pelayanan is LAMA) and (Waktu Tunggu is NORMAL) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

[R24] if (Tingkat Kedatangan is BANYAK) and (Waktu Pelayanan is LAMA) and (Waktu Tunggu is LAMA) and (Waktu Menganggur is SEBENTAR) then (Jumlah Server is BANYAK).

4.2.5 Menentukan Nilai Keanggotaan

1. Variabel Tingkat Kedatangan

μtk SEDIKIT[147] = $2((195.5 - 147)/(195.5 - 83))^2$

= 0.37

μtk NORMAL[147] = $2((147 - 139.25)/(195.5 - 139.25))^2$

= 0.04

μtk BANYAK[147] = 0

2. Variabel Waktu Pelayanan

μwpSEBENTAR[46] = $2((54.5 - 46)/(54.5 - 25))^2$

= 0.17

μwp NORMAL[46] = $2((46 - 39.75)/(54.5 - 39.75))^2$

= 0.36

μwp LAMA[46] = 0

3. Variabel Waktu Tunggu

μwt SEBENTAR[246] = 0

μwt NORMAL[246] = $1 - 2((246 - 240)/(270-240))^2$

= 0.92

μwp LAMA[246] = $2((246 - 240)/300 - 240))^2$

= 0.02

4. Variabel Waktu Menganggur

$\mu wt\ SEBENTAR[22.92] = 2((25 - 22.92)/(25 - 16.67))^2$

$= 0.12$

$\mu wt\ NORMAL[22.92] = 1 - 2((25 - 22.92)/(25 - 20.835))^2$

$= 0.5$

$\mu wp\ LAMA[22.92] = 0$

5. Aplikasi Operator Fuzzy

Tabel 4.7 Penentuan αPredikat untuk Tiap-tiap Aturan Fuzzy

Aturan	NK Tingkat Kedatangan	NK Waktu Pelayanan	NK Waktu Tunggu	NK Waktu Menganggur	αPredikat
R1	0.37	0.17	0	0.5	0
R2	0.37	0.17	0	0	0
R3	0.37	0.36	0	0.5	0
R4	0.04	0.36	0	0.12	0
R5	0.37	0.36	0.92	0.5	0.36
R6	0.37	0.36	0.92	0	0
R7	0.37	0	0	0.5	0
R8	0.37	0	0.92	0.12	0
R9	0.37	0	0.92	0.5	0
R10	0.04	0	0.92	0.5	0
R11	0.04	0	0.92	0	0

R12	0.04	0.36	0.92	0.12	0.04
R13	0.04	0.36	0.92	0.5	0.04
R14	0.04	0.36	0.02	0.12	0.02
R15	0.04	0.36	0.02	0.5	0.02
R16	0.04	0	0.02	0.12	0
R17	0	0.17	0.92	0.12	0
R18	0	0.17	0.92	0.5	0
R19	0	0.17	0.02	0.12	0
R20	0	0.36	0.92	0.12	0
R21	0	0.36	0.92	0.5	0
R22	0	0.36	0.02	0.12	0
R23	0	0	0.92	0.12	0
R24	0	0	0.02	0.12	0

Contoh Perhitungan :

αpredikat 1 = μp_{TK}SEDIKIT ∩ μp_{WP}SEBENTAR ∩ μp_{WT}SEBENTAR ∩ μp_{WM}NORMAL

= MIN(μp_{TK}SEDIKIT[147], μp_{WP}SEBENTAR[46], μp_{WT}SEBENTAR[246], μp_{WM}NORMAL[22.92])

= MIN(0.37, 0.17, 0, 0.5)

= 0

αpredikat 2 = μp_{TK}SEDIKIT $\cap$ μp_{WP}SEBENTAR $\cap$ μp_{WT}SEBENTAR $\cap$ μp_{WM}LAMA

= MIN(μp_{TK}SEDIKIT[147], μp_{WP}SEBENTAR[46], μp_{WT}SEBENTAR[246], μp_{WM}LAMA[22.92])

= MIN(0.37, 0.17, 0, 0)

= 0

αpredikat 5 = μp_{TK}SEDIKIT $\cap$ μp_{WP}NORMAL $\cap$ μp_{WT}NORMAL $\cap$ μp_{WM}NORMAL

= MIN(μp_{TK}SEDIKIT[147], μp_{WP}NORMAL[46], μp_{WT}NORMAL[246], μp_{WM}NORMAL[22.92])

= MIN(0.37, 0.36, 0.92, 0.5)

= 0.37

αpredikat 12 = μp_{TK}NORMAL $\cap$ μp_{WP}NORMAL $\cap$ μp_{WT}NORMAL $\cap$ μp_{WM}SEBENTAR

= MIN(μp_{TK}NORMAL [147], μp_{WP}NORMAL [46], μp_{WT}NORMAL [246], μp_{WM}SEBENTAR [22.92])

= MIN(0.04, 0.36, 0.92, 0.12)

= 0.04

αpredikat 13 = μp_{TK}NORMAL $\cap$ μp_{WP}NORMAL $\cap$ μp_{WT}NORMAL $\cap$ μp_{WM}NORMAL

= MIN(μp_{TK}NORMAL[147], μp_{WP}NORMAL [46],

μp_{WT}NORMAL [246], μp_{WM}NORMAL [22.92])

= MIN(0.04, 0.36, 0.92, 0.5)

= 0.04

Apredikat 14 = μp_{TK}NORMAL $\cap$ μp_{WP}NORMAL $\cap$ μp_{WT}LAMA $\cap$ μp_{WM}SEBENTAR

= MIN(μp_{TK}NORMAL[147], μp_{WP}NORMAL [46], μp_{WT}LAMA [246], μp_{WM}SEBENTAR [22.92])

= MIN(0.04, 0.36, 0.02, 0.12)

= 0.02

αpredikat 15 = μp_{TK}NORMAL $\cap$ μp_{WP}NORMAL $\cap$ μp_{WT}LAMA $\cap$ μp_{WM}NORMAL

= MIN(μp_{TK}NORMAL[147], μp_{WP}NORMAL[46], μp_{WT}LAMA[246], μp_{WM}NORMAL[22.92])

= MIN(0.04, 0.36, 0.02, 0.5)

= 0.02

4.2.6 Menentukan Jumlah Server

Tabel 4.8 Jumlah Server Untuk Tiap-tiap Aturan Fuzzy

Aturan	αPredikat	z
R1	0	0
R2	0	0

R3	0	0
R4	0	0
R5	0.36	2.28
R6	0	0
R7	0	0
R8	0	0
R9	0	0
R10	0	0
R11	0	0
R12	0.04	2.92
R13	0.04	2.92
R14	0.02	2.06
R15	0.02	2.06
R16	0	0
R17	0	0
R18	0	0
R19	0	0
R20	0	0
R21	0	0
R22	0	0
R23	0	0
R24	0	0

Contoh Perhitungan :

R5 (JUMLAH SERVER is SEDIKIT)

$$\left(\frac{(3-z)}{(3-1)}\right) = 0.36$$

$$\left(\frac{(3-z)}{(2)}\right) = 0.36$$

$$(3 - z) = 0.72$$

$$z = 2.28$$

R12 (JUMLAH SERVER is SEDIKIT)

$$\left(\frac{(3-z)}{(3-1)}\right) = 0.04$$

$$\left(\frac{(3-z)}{(2)}\right) = 0.04$$

$$(3 - z) = 0.08$$

$$z = 2.92$$

R13 (JUMLAH SERVER is SEDIKIT)

$$\left(\frac{(3-z)}{(3-1)}\right) = 0.04$$

$$\left(\frac{(3-z)}{(2)}\right) = 0.04$$

(3 - z) = 0.08

z = 2.92

R14 (JUMLAH SERVER is BANYAK)

$\left(\frac{(z-2)}{(5-2)}\right)$ = 0.02

$\left(\frac{(z-2)}{(3)}\right)$ = 0.02

(z-2) = 0.06

z = 2.06

R15 (JUMLAH SERVER is BANYAK)

$\left(\frac{(z-2)}{(5-2)}\right)$ = 0.02

$\left(\frac{(z-2)}{(3)}\right)$ = 0.02

(z-2) = 0.06

z = 2.06

Menghitung z (jumlah server) :

Tabel 4.9 Bobot Untuk Tiap-tiap Aturan

Aturan	αPredikat	z	αPredikat*z
R1	0	0	0

R2	0	0	0
R3	0	0	0
R4	0	0	0
R5	0.36	2.28	0.8208
R6	0	0	0
R7	0	0	0
R8	0	0	0
R9	0	0	0
R10	0	0	0
R11	0	0	0
R12	0.04	2.92	0.1168
R13	0.04	2.92	0.1168
R14	0.02	2.06	0.0412
R15	0.02	2.06	0.0412
R16	0	0	0
R17	0	0	0
R18	0	0	0
R19	0	0	0
R20	0	0	0
R21	0	0	0
R22	0	0	0
R23	0	0	0

R24	0	0	0
Σ	0.48	12.24	1.1368

$$z = \frac{\sum \alpha predn * zn}{\alpha predn}$$

$$z = \frac{\alpha pred1 * z1 + \alpha pred2 * z2 + \alpha pred3 * z3 + ... + \alpha pred24 * z24}{\alpha pred1 + \alpha pred2 + \alpha pred3 + ... + \alpha pred24}$$

$$= \frac{1.1368}{0.48}$$

$$= 2.37$$

Karena hasil yang diperoleh dari perhitungan dalam bentuk pecahan maka hasil tersebut dibulatkan 2 atau 3

BAB V

PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk menentukan jumlah *server* yang harus disediakan pada loket pembayaran dan penetapan bagian teliti ulang dengan menggunakan logika fuzzy berdasarkan metode tsukamoto sehingga dapat mengurangi waktu tunggu pelanggan dan waktu menganggur *server* pada loket pendaftaran dan penetapan bagian teliti ulang yang memenuhi aspirasi pelanggan dan aspirasi perusahaan.

Pada pengolahan di bab IV, ditetapkan empat variable sebagai input yaitu jumlah kedatangan pelanggan per jam, waktu pelayanan per pelanggan, waktu tunggu yang ditoleransi pelanggan dan waktu menganggur yang ditoleransi pihak perusahaan, sedangkan yang menjadi output adalah jumlah *server* yang harus disediakan.

Representasi kurva untuk variable input menggunakan kurva Sigmoid turun, Sigmoid naik, dan kurva π sedangkan untuk variable output yaitu jumlah *server* digunakan kurva linear turun dan linear naik. Untuk output hanya terdiri dari dua himpunan karena fungsi keanggotaannya berdasarkan penalaran monoton.

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari dua himpunan (αPredikat) diperoleh dengan menggunakan operator AND dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antara variable-variabel input pada setiap aturan. Pada R5 diperoleh αPredikat

bernilai 0.36, pada R12 dan R13 adalah 0.04, sedangkan pada R14 dan R15 adalah 0.02. Untuk aturan yang lain bernilai 0.

Tiap-tiap aturan memiliki memiliki jumlah *server* yang tidak sama. Untuk R5 (JUMLAH SERVER is SEDIKIT) adalah sebanyak 2.28, R12 dan R13 (SERVER is SEDIKIT) adalah sebanyak 2.92, R14 dan R15 (SERVER is BANYAK) adalah 2.06.

Dari hasil perhitungan diperoleh jumlah *server* dari tiap-tiap aturan dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot diperoleh nilai 2.37. Maka jumlah *server* yang harus disediakan adalah 2 atau 3.

Hal ini berarti, jika perusahaan tetap menyediakan 2 *server* maka perusahaan berorientasi pada persentase waktu menganggur *server* dan mengorbankan waktu tunggu yang yang ditolerir pelanggan, sehingga dapat mengakibatkan waktu tunggu pelanggan dalam antrian menjadi lama dan persentase waktu menganggur *server* menjadi kecil. Sebaliknya jika perusahaan menyediakan 3 *server* maka perusahaan berorientasi pada waktu tunggu pelanggan dalam antrian dan mengorbankan persentase waktu menganggur *server* yang ditoleransi pihak perusahaan, sehingga dapat mengakibatkan waktu tunggu pelanggan dalam antrian menjadi sebentar dan persentase waktu menganggur *server* menjadi besar.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan didapat jumlah *server* adalah sebanyak 2.37, sehingga diperoleh kesimpulan bahwa jumlah *server* yang memenuhi aspirasi pelanggan dengan berorientasi pada waktu tunggu yang ditolerir pelanggan adalah sebanyak 3 *server* yang mengakibatkan waktu tunggu pelanggan sedikit dan persentase menganggur *server* menjadi besar, sedangkan jumlah server yang memenuhi aspirasi perusahaan dengan berorientasi pada waktu menganggur *server* adalah sebanyak 2 *server* yang mengakibatkan waktu tunggu pelanggan menjadi lama dan persentase menganggur *server* menjadi kecil.

6.2 Saran

1. Melihat adanya perbedaan jumlah kedatangan, sebaiknya pihak Dipenda melakukan pengaturan jumlah server. Pada jam sibuk yaitu 08.00 - 10.00, mungkin dapat menyediakan 3 server dan ketika jam tidak sibuk yaitu 10.01 - 12.00 dan 13.01 - 14.00, dapat menyediakan 2 server saja.
2. Pihak kantor Dipenda terus melakukan penelitian secara rutin tentang kepuasan pelanggan dalam pembayaran pajak kendaraan sehingga diketahui apa keinginan dari pelanggan maka dapat dilakukan perbaikan dan peningkatkan mutu pelayanan.

3. Perlu diadakan sosialisasi tentang tata cara pembayaran pajak pada masyarakat sehingga dapat mengurangi kesalahan pelanggan dalam proses pembayaran pajak kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

Bronson, Richard., (1996). *teori dan soal-soal operation research.* Jakarta, Erlangga

Fajar W.Andista, Much. Djunaidi, dan Eko Setiawan, (2005). Penentuan jumlah produksi dengan aplikasi metode fuzzy-mamdani (studi kasus : PT. Sici Multi Indomarmer Karanganyar*). Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 04, no. 02, 90-98, Desember.

Hamdy A. Taha, (1993). *operations research.* Fayetteville, University of Arkansas

Johansyah Liman, (2006). Pengenalan logika fuzzy.www.google.com.

Jun, Yan, Michael, Ryan., dan Power, James., (1994). *using fuzzy logic, toward intelligent systems.* New York, Prentice Hall.

Masrul Indrayana., dan Mulki B, (2004), Optimalisasi penggunaan gardu layanan gerbang tol menggunakan simulasi arena. *Proceeding Seminar Nasional Sistem Manufaktur III*, 48 – 56.

Pangestu Subagyo, Marwan Asri, dan Hani Handoko, (1995). *dasar-dasar operation research.* Yogyakarta, BPFE.

P. Siagian, (1987). *penelitian operasional teori dan praktek.* Jakarta, UI-Press.

Sri Kusumadewi, (2000). Perancangan system fuzzy: studi kasus prediksi jumlah produksi dan harga jual barang. *Jurnal Teknoin*, vol.05, no. 01, 57-51, Maret.

Sri Kusumadewi, (2001). *analisis dan desain system fuzzy.* Jogjakarta, FTI-UII.

Sri Kusumadewi, (2003), *artificial intelligence (teknik dan aplikasinya).* Yogyakarta, Graha Ilmu.

Tjutju T. Dimyanti, dan Akhmad Dimyanti, (1992). *Operation research model-model pengambilan keputusan.* Bandung, CV. Sinar Baru.

LAMPIRAN

DEFINISI BILANGAN RANDOM TINGKAT KEDATANGAN

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
001	01/11/2006	08.01-09.00
002		09.01-10.00
003		10.01-11.00
004		11.01-12.00
005		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
006	02/11/2006	08.01-09.00
007		09.01-10.00
008		10.01-11.00
009		11.01-12.00
010		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
011	03/11/2006	08.01-09.00
012		09.01-10.00
013		10.01-11.00
014		11.01-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
015	06/11/2006	08.01-09.00
016		09.01-10.00
017		10.01-11.00
018		11.01-12.00
019		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
020	07/11/2006	08.01-09.00
021		09.01-10.00
022		10.01-11.00
023		11.01-12.00
024		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
025	08/11/2006	08.01-09.00
026		09.01-10.00
027		10.01-11.00
028		11.01-12.00
029		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
030	09/11/2006	08.01-09.00
031		09.01-10.00
032		10.01-11.00
033		11.01-12.00
034		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
035	10/11/2006	08.01-09.00
036		09.01-10.00
037		10.01-11.00
038		11.01-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
039	13/11/2006	08.01-09.00
040		09.01-10.00
041		10.01-11.00
042		11.01-12.00
043		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
044	14/11/2006	08.01-09.00
045		09.01-10.00
046		10.01-11.00
047		11.01-12.00
048		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
049	15/11/2006	08.01-09.00
050		09.01-10.00
051		10.01-11.00
052		11.01-12.00
053		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
054	16/11/2006	08.01-09.00
055		09.01-10.00
056		10.01-11.00
057		11.01-12.00
058		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
059	17/11/2006	08.01-09.00
060		09.01-10.00
061		10.01-11.00
062		11.01-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
063	20/11/2006	08.01-09.00
064		09.01-10.00
065		10.01-11.00
066		11.01-12.00
067		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
068	21/11/2006	08.01-09.00
069		09.01-10.00
070		10.01-11.00
071		11.01-12.00
072		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
073	22/11/2006	08.01-09.00
074		09.01-10.00
075		10.01-11.00
076		11.01-12.00
077		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
078	23/11/2006	08.01-09.00
079		09.01-10.00
080		10.01-11.00
081		11.01-12.00
082		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
083	24/11/2006	08.01-09.00
084		09.01-10.00
085		10.01-11.00
086		11.01-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
087	27/11/2006	08.01-09.00
088		09.01-10.00
089		10.01-11.00
090		11.01-12.00
091		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
092	28/11/2006	08.01-09.00
093		09.01-10.00
094		10.01-11.00
095		11.01-12.00
096		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
097	29/11/2006	08.01-09.00
098		09.01-10.00
099		10.01-11.00
100		11.01-12.00
101		13.01-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
102	30/11/2006	08.01-09.00
103		09.01-10.00
104		10.01-11.00
105		11.01-12.00
106		13.01-14.00

TINGKAT KEDATANGAN

Bilangan Random	Tingkat Kedatangan (per jam)
001	223
003	120
010	142
013	203
014	112
015	297
017	184
019	156
031	201
022	126
025	243
026	113
029	95
033	131
035	308
037	84
043	146
045	211
048	83
049	196
052	107
027	103
060	105
062	83
063	208

070	106
072	85
074	142
076	92
078	109
085	91
086	89
092	231
095	124
096	84

DEFINISI BILANGAN RANDOM WAKTU PELAYANAN

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
001	01/1/2006	08.01-08.10
002		08.11-08.20
003		08.21-08.30
004		08.31-08.40
005		08.41-08.50
006		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
007	01/11/2006	10.01-10.10
008		10.11-10.20
009		10.21-10.30
010		10.31-10.40
011		10.41-10.50
012		10.51-11.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
013	02/11/2006	13.01-13.10
014		13.11-03.20
015		13.21-03.30
016		13.31-13.40
017		13.41-13.50
018		13.51-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
019	03/11/2006	10.01-10.10
020		10.11-10.20
021		10.21-10.30
022		10.31-10.40
023		10.41-10.50
024		10.51-11.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
025	03/11/2006	11.01-11.10
026		11.11-11.20
027		11.21-11.30
028		11.31-11.40
029		11.41-11.50
030		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
031	06/11/2006	08.01-08.10
032		08.11-08.20
033		08.21-08.30
034		08.31-08.40
035		08.41-08.50
036		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
037	06/11/2006	10.01-10.10
038		10.11-10.20
039		10.21-10.30
040		10.31-10.40
041		10.41-10.50
042		10.51-11.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
043	06/11/2006	13.01-13.10
044		13.11-03.20
045		13.21-03.30
046		13.31-13.40
047		13.41-13.50
048		13.51-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
049	07/11/2006	09.01-09.10
050		09.11-09.20
051		09.21-09.30
052		09.31-09.40
053		09.41-09.50
054		09.51-10.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
055	07/11/2006	10.01-10.10
056		10.11-10.20
057		10.21-10.30
058		10.31-10.40
059		10.41-10.50
060		10.51-11.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
061	08/11/2006	08.01-08.10
062		08.11-08.20
063		08.21-08.30
064		08.31-08.40
065		08.41-08.50
066		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
067	08/11/2006	09.01-09.10
068		09.11-09.20
069		09.21-09.30
070		09.31-09.40
071		09.41-09.50
072		09.51-10.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
073	09/11/2006	08.01-08.10
074		08.11-08.20
075		08.21-08.30
076		08.31-08.40
077		08.41-08.50
078		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
079	09/11/2006	11.01-11.10
080		11.11-11.20
081		11.21-11.30
082		11.31-11.40
083		11.41-11.50
084		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
085	10/11/2006	08.01-08.10
086		08.11-08.20
087		08.21-08.30
088		08.31-08.40
089		08.41-08.50
090		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
091	10/11/2006	10.01-10.10
092		10.11-10.20
093		10.21-10.30
094		10.31-10.40
095		10.41-10.50
096		10.51-11.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
097	13/11/2006	13.01-13.10
098		13.11-03.20
099		13.21-03.30
100		13.31-13.40
101		13.41-13.50
102		13.51-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
103	14/11/2006	09.01-09.10
104		09.11-09.20
105		09.21-09.30
106		09.31-09.40
107		09.41-09.50
108		09.51-10.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
109	14/11/2006	13.01-13.10
110		13.11-03.20
111		13.21-03.30
112		13.31-13.40
113		13.41-13.50
114		13.51-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
115	15/11/2006	08.01-08.10
116		08.11-08.20
117		08.21-08.30
118		08.31-08.40
119		08.41-08.50
120		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
121	15/11/2006	11.01-11.10
122		11.11-11.20
123		11.21-11.30
124		11.31-11.40
125		11.41-11.50
126		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
127	16/11/2006	11.01-11.10
128		11.11-11.20
129		11.21-11.30
130		11.31-11.40
131		11.41-11.50
132		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
133	17/11/2006	09.01-09.10
134		09.11-09.20
135		09.21-09.30
136		09.31-09.40
137		09.41-09.50
138		09.51-10.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
139	17/11/2006	11.01-11.10
140		11.11-11.20
141		11.21-11.30
142		11.31-11.40
143		11.41-11.50
144		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
145	21/11/2006	10.01-10.10
146		10.11-10.20
147		10.21-10.30
148		10.31-10.40
149		10.41-10.50
150		10.51-11.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
151	21/11/2006	13.01-13.10
152		13.11-03.20
153		13.21-03.30
154		13.31-13.40
155		13.41-13.50
156		13.51-14.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
157	22/11/2006	09.01-09.10
158		09.11-09.20
159		09.21-09.30
160		09.31-09.40
161		09.41-09.50
162		09.51-10.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
163	22/11/2006	11.01-11.10
164		11.11-11.20
165		11.21-11.30
166		11.31-11.40
167		11.41-11.50
168		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
169	23/11/2006	08.01-08.10
170		08.11-08.20
171		08.21-08.30
172		08.31-08.40
173		08.41-08.50
174		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
175	24/11/2006	10.01-10.10
176		10.11-10.20
177		10.21-10.30
178		10.31-10.40
179		10.41-10.50
180		10.51-11.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
181	24/11/2006	11.01-11.10
182		11.11-11.20
183		11.21-11.30
184		11.31-11.40
185		11.41-11.50
186		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
187	28/11/2006	08.01-08.10
188		08.11-08.20
189		08.21-08.30
190		08.31-08.40
191		08.41-08.50
192		08.51-09.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
193	28/11/2006	11.01-11.10
194		11.11-11.20
195		11.21-11.30
196		11.31-11.40
197		11.41-11.50
198		11.51-12.00

Bilangan Random	Waktu Pengamatan	
	Tanggal	Pukul
199	28/11/2006	13.01-13.10
200		13.11-03.20
201		13.21-03.30
202		13.31-13.40
203		13.41-13.50
204		13.51-14.00

BILANGAN RANDOM WAKTU PELAYANAN

Bilangan Random
13
17
22
71
128
140
151
165
175
202