

## PERANCANGAN MANAJEMEN *BANDWIDTH* INTERNET MENGUNAKAN METODE *FUZZY* SUGENO

Muhammad Rofiq  
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer ASIA Malang  
e-mail: [muhammad.rofiq.09@gmail.com](mailto:muhammad.rofiq.09@gmail.com)

### ABSTRAKSI

Kebutuhan internet dalam proses perkuliahan memiliki peran yang cukup signifikan sehingga dalam pemakaiannya dibutuhkan pengaturan akses atau bandwidth demi kelancaran akses internet tersebut. Pemakaian internet dengan pemakai (user) yang cukup banyak mengakibatkan load akses internet yang cukup tinggi. Dan jika akses internet tidak dilakukan pengaturan maka akan mengakibatkan pemakaian antar user yang tidak seimbang, ada yang cukup cepat dan ada yang lambat bahkan tidak dapat akses sama sekali.

Dalam perancangan manajemen bandwidth ini dikembangkan dengan menggunakan metode fuzzy sugeno. Tujuan yang dicapai adalah untuk mengoptimal pemakaian akses internet. Input sistem berupa akses internet saat itu (real time). Dalam proses fuzzy input dibagi menjadi 3 variabel yaitu kecepatan browsing, kecepatan download, dan kecepatan streaming. Akses ini tidak melihat kecepatan per user tetapi kecepatan total user dari masing-masing variable. Himpunan fuzzy yang digunakan adalah sangat rendah, rendah, normal dan tinggi. Domain yang dirancang disesuaikan dengan kecepatan bandwidth yang diperoleh dari provider internet yaitu 0 – 2 Mbps. Output sistem adalah maksimal (max limit) dari browsing, download, dan streaming. Pengujian data diperoleh dengan memasukkan nilai data kecepatan akses dari router yaitu mikrotik RB1100 setiap lima menit sekali selama 8 jam.

Hasil penelitian berupa pembatasan trafik browsing, download, dan streaming. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata max limit browsing adalah 851 kbps, download 592 kbps, dan streaming 643 kbps.

**Kata kunci** : manajemen, bandwidth, fuzzy

### ABSTRACT

Internet needs in the lecture had a significant role in its use so that the necessary arrangements for smooth access or bandwidth of the internet access. The use of the internet by users (user) which pretty much resulted internet access load is high enough. And if internet access is not done it will result pemaikaian arrangements between users who are not balanced, there is a fairly fast and some are slow even can not access it at all.

In the design of bandwidth management is developed using fuzzy Sugeno method. Achievable goal is to optimize the use of internet access. Input system in the form of internet access at the time (real time). In the process of fuzzy input variables are divided into 3 browsing speed, download speed and streaming speed. Access does not see the speed per user but the pace of total users of each

variable. Fuzzy set used is very low, low, normal and high. Domains designed adapted to bandwidth speeds obtained from the internet provider is 0-2 Mbps. System output is maximum (max limit) of browsing, downloading, and streaming. The test data were obtained by inserting the value of the data access speed of the router Mikrotik RB1100 every five minutes for 8 hours.

The results in the form of traffic restrictions browsing, downloading, and streaming. The test results showed an average browsing max limit is 851 kbps, 592 kbps download and 643 kbps streaming.

**Keywords :** management, bandwidth, fuzzy

---

## PENDAHULUAN

Pada dasarnya besarnya kebutuhan *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kebutuhan *bandwidth*, umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik. Salah satu solusi yang paling efektif untuk mengatasinya adalah dengan mengelola pemakaian *bandwidth* yang menghasilkan suatu kualitas layanan lalu lintas aliran data yang baik dan berkualitas (Foster, 2003).

Pemakaian internet dengan pemakai (*user*) yang cukup banyak mengakibatkan *load* akses internet yang cukup tinggi. Dan jika akses internet tidak dilakukan pengaturan maka akan mengakibatkan pemakaian antar *user* yang tidak seimbang, ada yang cukup cepat dan ada yang lambat bahkan tidak dapat akses sama sekali.

Penggunaan *fuzzy* telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang pekerjaan, hal ini disebabkan karena beberapa hal antara lain konsep *fuzzy* yang memakai konsep matematika sehingga mudah dimengerti, *fuzzy* sangat fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks, membangun dan mengaplikasikan pengalaman-

pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendalali secara konvensional serta *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami (Kusumadewi, 2004).

Dalam penelitian ini akan diterapkan metode *fuzzy* sugeno dalam perancangan manajemen *bandwidth* internet.

Berdasarkan pada permasalahan tersebut diatas, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana perancangan manajemen *bandwidth* dengan metode *fuzzy* sugeno.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini metode yang digunakan *fuzzy* sugeno.
  2. Penelitian dan pengambilan data di bagian server UPT Laboratorium STMIK Asia Malang.
  3. Implementasi perancangan manajemen *bandwidth* dalam bentuk simulasi dan dibangun dengan program visual basic 6.0.
- Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang manajemen *bandwidth* internet menggunakan metode *fuzzy* sugeno.

## KAJIAN TEORI

Kajian teori dalam penelitian perancangan manajemen *bandwidth* internet ini meliputi teori internet, *bandwidth*, *fuzzy sugeno*.

### Internet

Internet merupakan singkatan dari *Interconnected Networking*, yang berarti suatu jaringan komputer yang terhubung dengan luas. Internet berasal dari sebuah jaringan komputer yang dibuat pada tahun 1970-an yang terus berkembang sampai sekarang menjadi jaringan dunia yang sangat luas. Jaringan tersebut diberi nama ARPANET, yaitu jaringan yang dibentuk oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Kemudian, jaringan komputer tersebut diperbaharui dan dikembangkan sampai sekarang dan menjadi tulang punggung global untuk sumber daya informasi yang disebut internet (Andrew, 1997).

Jenis Koneksi Internet :

1. *User* pribadi: mempergunakan Koneksi dial-up modem (menggunakan line telepon).
2. *User* institusi/corporate:
3. Koneksi dial- up Analog/Digital (ISDN).
4. Koneksi leased- line (permanen).
5. Koneksi VSAT (*Very Small Arpperture Terminal*).

Alamat di Internet:

1. IP address: terdiri atas 4 angka 8 bit.

Contoh: untuk IP *address server*

MATT adalah 202.43.253.9

- a. *Domain name*: host.domain.
- b. Contoh : matt.petra.ac.id.
2. *User address*:  
Contoh : dinsetia@matt.petra.ac.id.

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

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

Password merupakan bagian dari pengamanan pada sistem di internet.

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

### Bandwidth

*Bandwidth* adalah suatu ukuran rentang frekuensi maksimum yang dapat mengalir data dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu waktu tertentu (Hekmat, 2005).

Satuan yang dipakai untuk *Bandwidth* adalah bit per secon (bps) atau Byte persecon (Bps)

dimana 1Byte = 8 bit. Bit atau binary digit adalah basis angka yang terdiri dari angka 0 dan 1. Satuan ini menggambarkan seberapa banyak bit (angka 0 dan 1) yang dapat mengalir dari satu tempat ke tempat yang lain dalam setiap detiknya melalui suatu media. Sedangkan dalam sinyal analog, *bandwidth* diartikan sebagai rentang antara frekuensi tinggi dan frekuensi terendah di ukur dalam satuan Hertz (HZ).

*Bandwidth* adalah konsep pengukuran yang sangat penting dalam jaringan, tetapi konsep ini memiliki kekurangan atau batasan, tidak peduli bagaimana cara mengirimkan informasi maupun media apa yang dipakai dalam penghantaran informasi. Ini akan menyebabkan batasan terhadap panjang media yang dipakai, kecepatan maksimal yang dapat dipakai, mau pun perlakuan khusus terhadap media yang dipakai, Karena faktor distorsi, *Bandwidth* dan rate data biasanya berbanding terbalik dengan jarak komunikasi (Hekmat, 2005).

Sedangkan batasan terhadap perlakuan atau cara pengiriman data misalnya adalah dengan pengiriman secara paralel (*synchronous*), serial (*asynchronous*), perlakuan terhadap media yang spesifik seperti media yang tidak boleh ditebuk (serat optis), pengirim dan penerima harus berhadapan langsung (*line of sight*), kompresi data yang dikirim, dll (Hekmat, 2005).

Manajemen *bandwidth* adalah sebuah proses penentuan besarnya *bandwidth* kepada tiap pemakai dalam jaringan komputer. Besarnya *bandwidth* akan berdampak kepada

kecepatan transmisi, *Bandwidth* internet disediakan oleh provider internet dengan jumlah tertentu tergantung sewa pelanggan. Dengan QoS dapat diatur agar *user* tidak menghabiskan *Bandwidth* yang disediakan oleh provider. *Bandwidth* mempresentasikan jarak keseluruhan atau jangkauan di antara sinyal tertinggi dan terendah pada kanal komunikasi. Pada dasarnya *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kapasitas, maka umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik, meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung pada faktor-faktor lain, misalnya latency yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi (Hekmat, 2005).

### Logika fuzzy

Dalam banyak hal, logika *fuzzy* digunakan sebagai suatu cara untuk memetakan permasalahan dari *input* ke *output* yang diharapkan. Logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam (*black box*) yang menghubungkan antara ruang *input* menuju ke ruang *output* (Kusumadewi, 2004).

Kotak hitam (*black box*) tersebut berisi metode yang dapat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi *output* dalam bentuk informasi. Salah satu permasalahan yang menggunakan pemetaan dari suatu *input* ke *output* adalah masalah produksi barang. Pada permasalahan produksi barang diberikan *input* data semua total persediaan barang yang mungkin dan *outputnya* semua jumlah

barang yang harus diproduksi (Kusumadewi, 2004).

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu linguistik dan numeris. Atribut linguistik adalah atribut yang digunakan untuk penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti muda, parobaya, tua. Sedangkan atribut numeris adalah suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel (Kusumadewi, 2004).

Menurut (Kusumadewi, 2004) terdapat beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* yaitu:

- a. Variabel *fuzzy*  
Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang dibahas dalam sistem *fuzzy*.
- b. Himpunan *fuzzy*  
Himpunan *fuzzy* merupakan suatu group yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variable *fuzzy*.
- c. Semesta Pembicaraan  
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah secara monoton. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.
- d. Domain  
Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah

secara monoton. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

### Fungsi Keanggotaan dan Operator *Fuzzy*

Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya atau derajat keanggotaan, yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Terdapat beberapa fungsi yang bisa digunakan, di antaranya adalah: representasi linier, representasi kurva segitiga, representasi kurva trapesium, representasi kurva-s, representasi kurva bentuk bahu, representasi kurva bentuk lonceng (Kusumadewi, 2004).

Terdapat beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan disebut dengan  $\alpha$ -predikat atau *fire streng*. Terdapat tiga operator *fuzzy* yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu: operator AND, operator OR, dan operator NOT (Kusumadewi, 2004).

### Inferensi *Fuzzy*

Inferensi *Fuzzy* merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk if-then, dan penalaran *fuzzy*. Inferensi *fuzzy* telah berhasil diterapkan di bidang-bidang seperti kontrol otomatis, klasifikasi data, analisis keputusan dan sistem pakar. Sehingga dari penerapan yang ada dikenal beberapa istilah lain dalam inferensi *fuzzy* yaitu *fuzzy rule based*, sistem pakar *fuzzy*, pemodelan *fuzzy*, *fuzzy associative*

memory dan pengendalian *fuzzy* (ketika digunakan pada proses kontrol) (Kusumadewi, 2004).

Dalam inferensi *fuzzy* ada beberapa komponen utama yang dibutuhkan. Komponen tersebut meliputi data variabel *input*, data variabel *output*, dan data aturan. Untuk mengolah data variabel *input* dibutuhkan beberapa fungsi meliputi fungsi fuzzifikasi yang terbagi dua, yaitu fungsi untuk menentukan nilai jenis keanggotaan suatu himpunan dan fungsi penggunaan operator. Fungsi fuzzifikasi akan mengubah nilai crisp (nilai aktual) menjadi nilai *fuzzy*. Selain itu, dibutuhkan pula fungsi defuzzifikasi, yaitu fungsi untuk memetakan kembali nilai *fuzzy* menjadi nilai crisp yang menjadi *output* solusi permasalahan (Kusumadewi, 2004).

### Metode Sugeno

Penalaran dengan metode *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985 (Kusumadewi, 2004).

Michio Sugeno mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. Singleton adalah sebuah himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 di luar titik tersebut. Pada metode Sugeno dua bagian pertama dari proses penarikan kesimpulan *fuzzy*, fuzzifikasi *input* dan menerapkan operator *fuzzy* semua sama dengan metode Mamdani. Perbedaan utama antara metode Mamdani dan

Sugeno adalah *output* membership function dari metode Sugeno berbentuk linier atau konstan (Kusumadewi, 2004).

Aturan pada model *fuzzy* Sugeno mempunyai bentuk :

**If Input 1 = x and Input 2 = y then  
Output is z = ax + by + c**

Untuk model Sugeno orde-Nol, *Output* level z adalah konstan ( $a=b=0$ ). *Output* level  $z_i$  dari setiap aturan merupakan berat dari aturan  $w_i$  (firing strength). Sebagai contoh, untuk aturan AND dengan *Input* 1 = x dan *Input* 2 = y, maka firing strength adalah :  $w_i = \text{AndMethod}(F1(X), F2(Y))$  dimana  $F1,2(.)$  adalah membership function untuk *Input* 1 dan 2.

Keuntungan metode Sugeno :

1. Komputasinya lebih efisien .
2. Bekerja paling baik untuk teknik linear (kontrol PID, dll) .
3. Bekerja paling baik untuk teknik optimasi dan adaptif .
4. Menjamin kontinuitas permukaan *output* .
5. Lebih cocok untuk analisis secara matematis.

Ada 2 model *fuzzy* dengan metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

1. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Nol  
Secara umum bentuk model *fuzzy* SUGENO Orde-Nol adalah:  
**IF (x1 is A1) • (x2 is A2) • (x3 is A3) • ..... • (xN is AN) THEN z=k**  
dengan  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.
2. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Satu  
Secara umum bentuk model *fuzzy* SUGENO Orde-Satu adalah:

**IF (x1 is A1) •..... • (xN is AN) THEN  
z = p1\*x1 + ... + pN\*xN + q**

Dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan pi adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode SUGENO, maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (Kusumadewi, 2004).

Sistem fuzzy Sugeno memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem fuzzy murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian THEN. Pada perubahan ini, sistem fuzzy memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan fuzzy IF-THEN. (Kusumadewi, 2004).

Sistem fuzzy Sugeno juga memiliki kelemahan terutama pada bagian THEN, yaitu dengan adanya perhitungan matematika sehingga tidak dapat menyediakan kerangka alami untuk merepresentasikan pengetahuan manusia dengan sebenarnya. Permasalahan kedua adalah tidak adanya kebebasan untuk menggunakan prinsip yang berbeda dalam logika fuzzy, sehingga ketidakpastian dari sistem fuzzy tidak dapat direpresentasikan secara baik dalam kerangka ini (Kusumadewi, 2004).

**Pembentukan Fungsi Keanggotaan**

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga

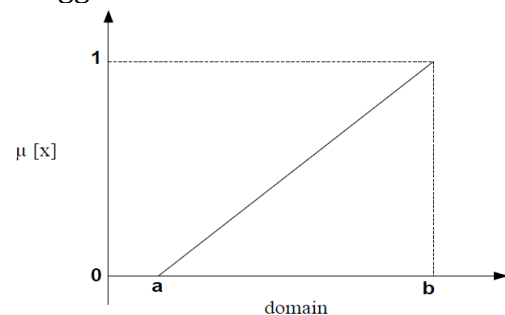
disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Kusumadewi, 2004).

Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan antara lain :

**Representasi Linear**

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaan yang digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas (Kusumadewi, 2004).

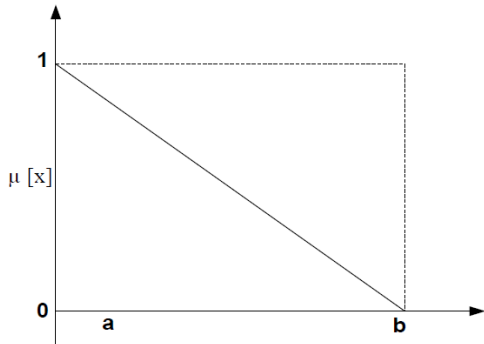
Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi Gambar 1 dan Gambar 2.



**Gambar 1:** Kurva Linear Naik (Kusumadewi, 2004)

Fungsi Keanggotaan:

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



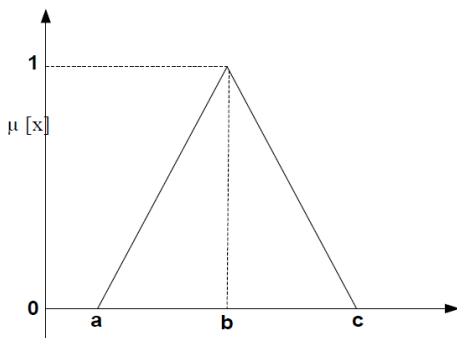
**Gambar 2:** Kurva Linear Turun (Kusumadewi, 2004)

Fungsi Keanggotaan:

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

**Representasi Kurva Segitiga**

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) yang ditunjukkan dalam Gambar 3.



**Gambar 3:** Kurva Segitiga (Kusumadewi, 2004)

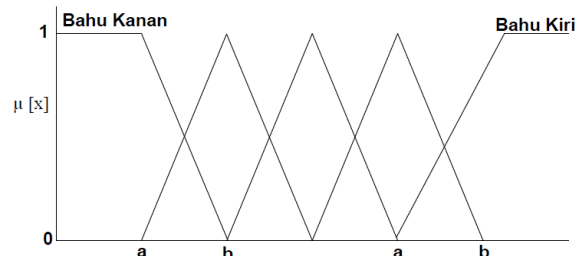
Fungsi Keanggotaan:

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

**Representasi Kurva Bahu**

Representasi kurva bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah variable fuzzy. Untuk bahu kiri bergerak dari

pernyataan benar benar ke pernyataan salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari pernyataan salah ke pernyataan benar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.4 (Kusumadewi, 2004).



**Gambar 4:** Kurva bahu (Kusumadewi, 2004)

Fungsi Keanggotaan bahu kiri:

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

Fungsi Keanggotaan bahu kanan:

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

**Metode Penelitian**

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data trafik penggunaan bandwidth pada jaringan komputer yang berkaitan dengan, kecepatan browsing, kecepatan download dan dan kecepatan streaming pada jaringan internet yang diambil dari router (RB1100) yang ada di ruang server UPT Laboratorium STMIK Asia Malang. Pengambilan data dilakukan mulai dari jam 08.00 hingga jam 21.00 setiap 5 menit.



Data dikumpulkan lalu diidentifikasi berupa data histori penggunaan *bandwidth*. Data ini digunakan sebagai data *input* dalam *fuzzy sugeno*. Sedangkan data *output* dari sistem ini adalah penentuan besarnya limit maksimum dari browsing, *download*, dan *streaming*.

**Alat Penelitian**

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

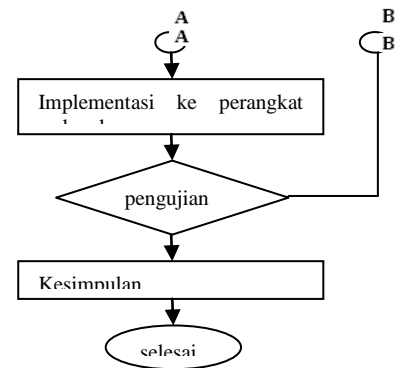
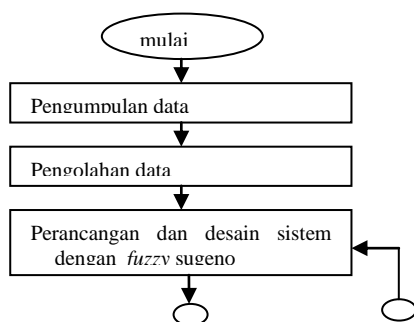
1. Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan adalah: *Laptop Toshiba Satellite L510*, Memori 1 GB, *HDD 250 GB*
2. Perangkat lunak (*software*) terdiri atas tiga bagian, yaitu sistem operasi dan bahasa pemrograman yaitu Sistem operasi Windows Xp dan *Visual Basic 6.0* serta Microsoft Access 2007.

**Metode Penelitian**

Proses perancangan manajemen *bandwidth* internet menggunakan *fuzzy sugeno* diuraikan sebagai berikut:

**Prosedur Penelitian**

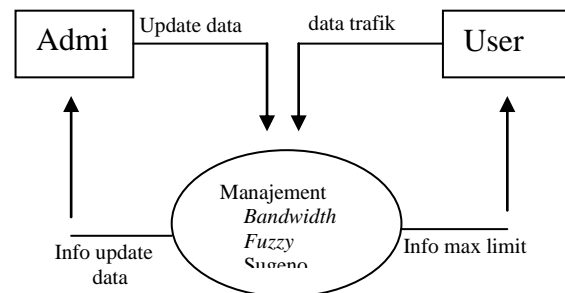
Prosedur penelitian akan mengikuti jalannya diagram alur penelitian yang merupakan acuan dari penelitian yang ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4: Prosedur penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN KONTEKS DIAGRAM**

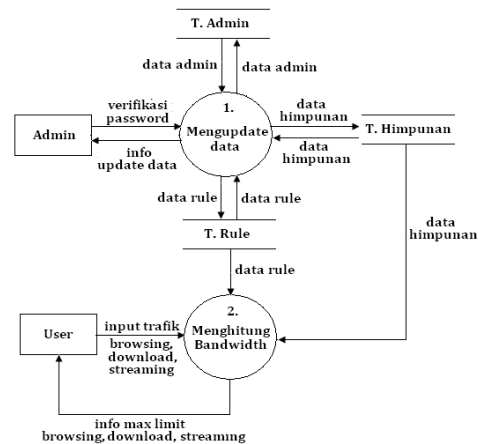
Konteks diagram dalam perancangan ini ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5: Konteks Diagram

**DATA FLOW DIAGRAM**

Data flow diagram yang digunakan menurut Yordan dan DeMarco. Data flow diagram sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.2



Gambar 6: Data flow diagram

**DATABASE**

Pada database ini digunakan 3 buah tabel yaitu tabel Admin, tabel Himpunan, dan tabel Rule. Tabel Admin ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

**Tabel 1:** Tabel Admin

| Field Name | Data Type | Field size |
|------------|-----------|------------|
| Username   | ext       | 255        |
| Password   | ext       | 255        |

Pada tabel admin ini berfungsi sebagai verifikasi pada saat login admin. Selanjutnya dibuat tabel himpunan yang berfungsi untuk menyimpan data parameter atau domain dari tiap himpunan. Tabel Himpunan ditunjukkan dalam Tabel 2.

**Tabel 2:** Tabel himpunan

| Field Name  | Data Type | Field size |
|-------------|-----------|------------|
| P_Browsing  | ext       | 255        |
| P_Download  | ext       | 255        |
| P_Streaming | ext       | 255        |

Tabel yang terakhir adalah tabel rule yang berisi kondisi himpunan dari tiap keadaan variabel yang dihitung. Kondisi1 digunakan untuk keadaan himpunan dari Browsing, kondisi2 digunakan untuk keadaan himpunan dari Download, dan kondisi3 adalah keadaan himpunan dari Streaming. Sedangkan Max1 adalah besar maksimum limit dari browsing, Max2 adalah besar maksimum limit dari download, dan Max3 adalah besar maksimum limit dari streaming. Nilai max ini adalah output dari aturan fuzzy yang digunakan. Tabel Rule ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

**Tabel 3:** Tabel Rule

| Field Name | Data Type | Field size |
|------------|-----------|------------|
| No         | Number    | nteger     |
| Kondisi1   | ext       | 255        |

|          |        |        |
|----------|--------|--------|
| Kondisi2 | ext    | 255    |
| Kondisi3 | ext    | 255    |
| Max1     | Number | nteger |
| Max2     | Number | nteger |
| Max3     | Number | nteger |

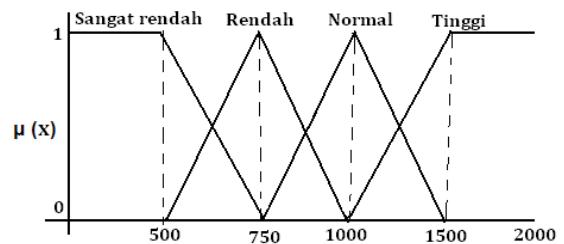
**METODE FUZZY SUGENO**

1. Pembentukan variabel

Variabel *input* terbagi atas variabel trafik browsing, trafik *download*, dan trafik *streaming*. Sedangkan variabel *output* terbagi atas maks limit browsing, maks limit *download*, dan maks limit *streaming*.

2. Himpunan

Pada himpunan *fuzzy* ini untuk setiap variabel memiliki 4 himpunan *fuzzy* yaitu sangat rendah, rendah, normal, dan tinggi. Himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel ditunjukkan dalam Gambar 4.3



Gambar 7: Himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel

Himpunan *fuzzy* Sangat rendah memiliki domain [0, 750] dengan derajat keanggotaan tertinggi (=1) terletak pada nilai antara 0 - 500. Kurva yang digunakan adalah bahu kanan. Fungsi keanggotaan Sangat rendah ditunjukkan dalam persamaan 1.

$$\mu_{\text{Sangat rendah}}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 500 \\ \frac{750-x}{750-500}; & 500 \leq x \leq 750 \\ 0; & x \geq 750 \end{cases} \quad (1)$$

Himpunan fuzzy Rendah memiliki domain [500, 1000] dengan derajat keanggotaan tertinggi (=1) terletak pada nilai antara 750. Kurva yang digunakan adalah segitiga. Fungsi keanggotaan Rendah ditunjukkan dalam persamaan 2.

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 500 \text{ atau } x \geq 1000 \\ \frac{x-500}{750-500}; & 500 \leq x \leq 750 \\ \frac{1000-x}{1000-750}; & 750 \leq x \leq 1000 \end{cases} \quad (2)$$

Himpunan fuzzy Normal memiliki domain [750, 1500] dengan derajat keanggotaan tertinggi (=1) terletak pada nilai antara 1000. Kurva yang digunakan adalah segitiga. Fungsi keanggotaan Normal ditunjukkan dalam persamaan 3.

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 750 \text{ atau } x \geq 1500 \\ \frac{x-750}{1000-750}; & 750 \leq x \leq 1000 \\ \frac{1500-x}{1500-1000}; & 1000 \leq x \leq 1500 \end{cases} \quad (3)$$

Himpunan fuzzy Tinggi memiliki domain [1000, 2000] dengan derajat keanggotaan tertinggi (=1) terletak pada nilai antara 1500 - 2000. Kurva yang digunakan adalah bahu kiri. Fungsi keanggotaan Tinggi ditunjukkan dalam persamaan 4.

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1000 \\ \frac{x-1000}{1500-1000}; & 1000 \leq x \leq 1500 \\ 1; & 1500 \leq x \leq 2000 \end{cases} \quad (4.4)$$

### 3. Rule Base

Rule base ditunjukkan dalam Tabel 4

**Tabel 4:** rule base

| Rule ke- | Input (himpunan) |               |               | Max1 | Max2 | Max3 |
|----------|------------------|---------------|---------------|------|------|------|
|          | kondisi1         | kondisi2      | kondisi2      |      |      |      |
| 1        | Sangat rendah    | Sangat rendah | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 2        | Sangat rendah    | Sangat rendah | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 3        | Sangat rendah    | Sangat rendah | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 4        | Sangat rendah    | Sangat rendah | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 5        | Sangat rendah    | Rendah        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 6        | Sangat rendah    | Rendah        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 7        | Sangat rendah    | Rendah        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 8        | Sangat rendah    | Rendah        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 9        | Sangat rendah    | Normal        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 10       | Sangat rendah    | Normal        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 11       | Sangat rendah    | Normal        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 12       | Sangat rendah    | Normal        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 13       | Sangat rendah    | Tinggi        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 14       | Sangat rendah    | Tinggi        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 15       | Sangat rendah    | Tinggi        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 16       | Sangat rendah    | Tinggi        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 17       | Rendah           | Sangat rendah | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 18       | Rendah           | Sangat rendah | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 19       | Rendah           | Sangat rendah | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 20       | Rendah           | Sangat rendah | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 21       | Rendah           | Rendah        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 22       | Rendah           | Rendah        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 23       | Rendah           | Rendah        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 24       | Rendah           | Rendah        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 25       | Rendah           | Normal        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 26       | Rendah           | Normal        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 27       | Rendah           | Normal        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 28       | Rendah           | Normal        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 29       | Rendah           | Tinggi        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 30       | Rendah           | Tinggi        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 31       | Rendah           | Tinggi        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 32       | Rendah           | Tinggi        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 33       | Normal           | Sangat rendah | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 34       | Normal           | Sangat rendah | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 35       | Normal           | Sangat rendah | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 36       | Normal           | Sangat rendah | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 37       | Normal           | Rendah        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 38       | Normal           | Rendah        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 39       | Normal           | Rendah        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 40       | Normal           | Rendah        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 41       | Normal           | Normal        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 42       | Normal           | Normal        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 43       | Normal           | Normal        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 44       | Normal           | Normal        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 45       | Normal           | Tinggi        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 46       | Normal           | Tinggi        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 47       | Normal           | Tinggi        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 48       | Normal           | Tinggi        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 49       | Tinggi           | Sangat rendah | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 50       | Tinggi           | Sangat rendah | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 51       | Tinggi           | Sangat rendah | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 52       | Tinggi           | Sangat rendah | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 53       | Tinggi           | Rendah        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 54       | Tinggi           | Rendah        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 55       | Tinggi           | Rendah        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 56       | Tinggi           | Rendah        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 57       | Tinggi           | Normal        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 58       | Tinggi           | Normal        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 59       | Tinggi           | Normal        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 60       | Tinggi           | Normal        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |
| 61       | Tinggi           | Tinggi        | Sangat rendah | 1000 | 500  | 500  |
| 62       | Tinggi           | Tinggi        | Rendah        | 1000 | 500  | 500  |
| 63       | Tinggi           | Tinggi        | Normal        | 500  | 500  | 1000 |
| 64       | Tinggi           | Tinggi        | Tinggi        | 750  | 250  | 1000 |

Dari tabel 4 aturan *fuzzy* yang digunakan adalah jika kondisi1 (trafik *browsing*) dan kondisi2 (trafik *download*) dan kondisi3 (trafik *streaming*) maka nilai max1 (limit *browsing*) dan nilai max2 (limit *download*) dan nilai max3 (limit *streaming*). Misal aturan *fuzzy* no 12 jika trafik *browsing* sangat rendah dan trafik *download* normal dan trafik *streaming* tinggi maka maksimal limit *browsing* 500 dan maksimal limit *download* 500 dan maksimal limit *streaming* 1000. Untuk nilai  $\alpha$  -predikat dari masing-masing aturan *fuzzy* digunakan nilai minimum (operator AND) sedangkan untuk nilai z terdiri atas 3 nilai yaitu z-*browsing*, z-*download*, dan z-*streaming*.

4. Defuzzyfikasi

Proses defuzzyfikasi menggunakan metode *defuzzy weighted average* dengan persamaan yang ditunjukkan dalam persamaan 4.5.

$$z = \frac{\alpha_1.Z_1 + \alpha_2.Z_2 + \dots + \alpha_{64}.Z_{64}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{64}} \dots\dots\dots (4.5)$$

Nilai z pada persamaan 4.5 digunakan untuk menghitung nilai z-*browsing*, z-*download*, dan z-*streaming*.

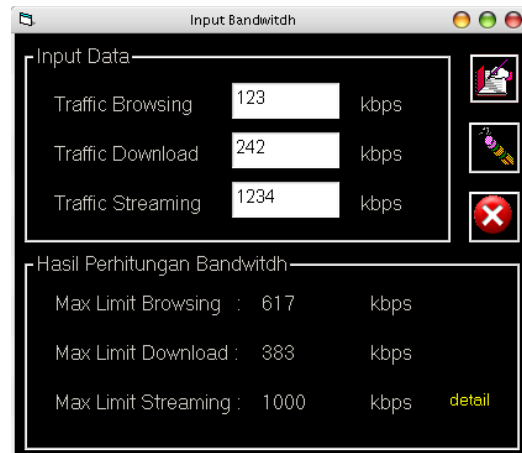
IMPLEMENTASI

Antarmuka halaman menu utama ditunjukkan dalam Gambar 8. Pada halaman menu utama terdapat 3 menu utama yaitu Menu *Bandwidth*, Menu Admin, dan Menu Exit.



Gambar 8: Menu utama

Menu *Bandwidth* berfungsi untuk *input* data trafik yang ditunjukkan dalam Gambar 9.

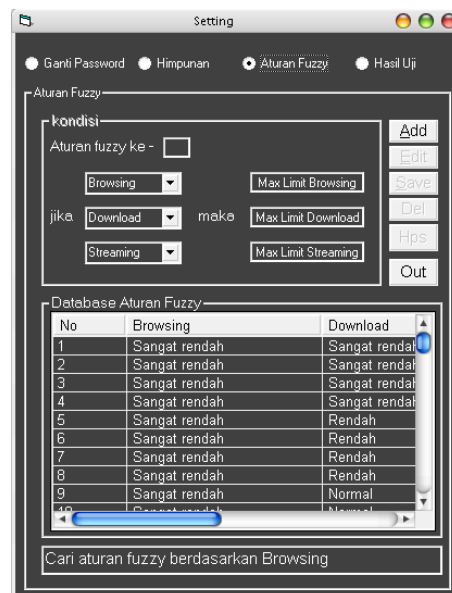


Gambar 9: Menu *Bandwidth*

Menu Admin ditunjukkan dalam Gambar 10 Admin harus login dulu untuk masuk ke menu Admin. Halaman login ditunjukkan dalam Gambar 11.



Gambar 10: Login



Gambar 11: Menu Admin

Dalam perhitungan *fuzzy sugeno* penentuan nilai *output* yaitu nilai maksimum limit *bandwidth*, *download*, dan *streaming* ditunjukkan dalam listing program berikut:

```
Private Sub cmdHitung_Click()
    fuzzyfikasi
    aturan_fuzzy
    defuzzyfikasi
Sub fuzzyfikasi()
    xBrowsing ;derajat keanggotaan
    HimpunanBrowsing ;himpunan
    xDownload
    HimpunanDownload
    xStreaming
    HimpunanStreaming
End Sub
Sub aturan_fuzzy()
Dim txt As String
Dim a, b, c, d, zn, nz, zBrowsing,
    zDownload, zStreaming As Currency
connection
tabel "Rule" 'aturan fuzzy
If Not rs.EOF Then
rs.MoveFirst
End If
Do While Not rs.EOF
If rs(1) = "Sangat rendah" Then
a = hBrowsing1
Else
If rs(1) = "Rendah" Then
a = hBrowsing2
Else
If rs(1) = "Normal" Then
a = hBrowsing3
Else
a = hBrowsing4
End If
End If
End If
```

```
If rs(2) = "Sangat rendah" Then
b = hDownload1
Else
If rs(2) = "Rendah" Then
b = hDownload2
Else
If rs(2) = "Normal" Then
b = hDownload3
Else
b = hDownload4
End If
End If
End If

If rs(3) = "Sangat rendah" Then
c = hStreaming1
Else
If rs(3) = "Rendah" Then
c = hStreaming2
Else
If rs(3) = "Normal" Then
c = hStreaming3
Else
c = hStreaming4
End If
End If
End If

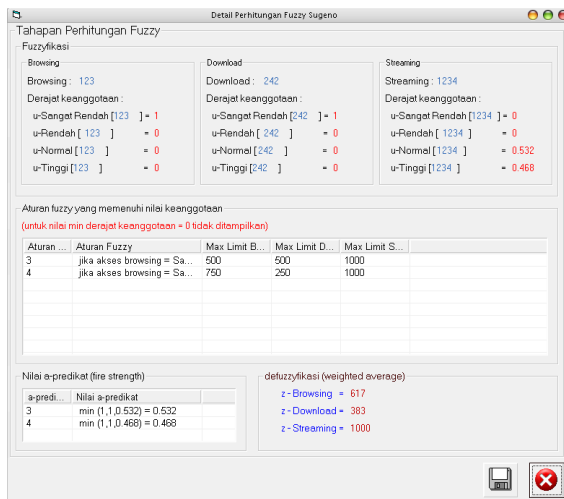
'nilai  $\alpha$ -predikat (minimum)

If (a <= b And a <= c) Then
d = a
Else
If (b <= a And b <= c) Then
d = b
Else
d = c
End If
End If

If d <> 0 Then
txt = " jika akses browsing = " &
rs(1) & " dan akses download = " &
rs(2) & " dan streaming = " & rs(3) & "
maka output adalah sbb "
End If
rs.MoveNext
Loop
End Sub

Sub defuzzyfikasi()
zn = d * rs(4)
zBrowsing = zBrowsing + zn
zn = d * rs(5)
zDownload = zDownload + zn
zn = d * rs(6)
zStreaming = zStreaming + zn
nz = nz + d
'nilai z @variabel
zBrowsing = zBrowsing / nz
zDownload = zDownload / nz
zStreaming = zStreaming / nz
Labell(1) = zBrowsing
Labell(2) = zDownload
Labell(3) = zStreaming
FormDetail.Labell(19) = zBrowsing
FormDetail.Labell(20) = zDownload
FormDetail.Labell(21) = zStreaming
End Sub
```

Hasil detail running program fuzzy sugeno ditunjukkan dalam Gambar 12.



Gambar 12: Detail fuzzy sugeno

**PENGUJIAN**

Pada proses pengujian dilakukan dengan memasukkan data trafik browsing, download, dan streaming pada router RB1100 di ruang server. Pengujian dilakukan mulai pukul 08.00-21.00 selama 5 menit sekali. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 6.1.

Tabel 5: Hasil pengujian

| No | Browsing | Download | Streaming | Max Limit B... | Max Limit D... | Max Limit S... |
|----|----------|----------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| 1  | 123      | 345      | 768       | 964            | 500            | 536            |
| 2  | 234      | 675      | 1234      | 620            | 500            | 1120           |
| 3  | 123      | 234      | 45        | 1000           | 500            | 500            |
| 4  | 23       | 35       | 678       | 1000           | 500            | 500            |
| 5  | 45       | 678      | 257       | 1000           | 500            | 500            |
| 6  | 123      | 456      | 879       | 742            | 500            | 758            |
| 7  | 957      | 372      | 200       | 795.7516       | 1112.7451      | 500            |
| 8  | 567      | 456      | 1120      | 591.0811       | 500            | 1081.0811      |
| 9  | 487      | 254      | 984       | 532            | 500            | 968            |
| 10 | 973      | 645      | 459       | 1000           | 500            | 500            |
| 11 | 980      | 345      | 756       | 977.0892       | 500            | 522.9008       |
| 12 | 258      | 300      | 746       | 893.7752       | 947.6744       | 500            |
| 13 | 793      | 600      | 700       | 1000           | 500            | 500            |
| 14 | 589      | 586      | 809       | 820.6687       | 500            | 679.3313       |
| 15 | 789      | 745      | 789       | 873.5632       | 500            | 626.4368       |

Jumlah data pengujian diperoleh sebanyak 64 data. Diperoleh rata-rata nilai maksimum limit browsing 851 kbps, rata-rata nilai maksimum limit download 592 kbps dan rata-rata nilai maksimum limit streaming 643 kbps. Hasil perhitungan ini berlaku hanya

selama 1 hari (8 jam) pada saat pengujian. Data pengujian ini akan berubah sesuai dengan data real time pada saat diuji.

**PENUTUP**

Penelitian ini mengembangkan sebuah rancangan metode fuzzy sugeno dalam mana-jemen pengaturan bandwidth internet untuk mengoptimalkan pemakaian akses internet secara keseluruhan. Dari perancangan, implementasi dan pengujian perangkat lunak didapatkan sim-pulan sebagai berikut :

1. Tahapan perancangan manajemen bandwidth menggunakan fuzzy sugeno meliputi perancangan konteks diagram, data flow diagram, database, dan perancangan fuzzy sugeno.
2. Pada metode fuzzy sugeno terdapat 4 himpunan meliputi himpunan Sangat rendah, Rendah, Normal, dan Tinggi, fungsi keanggo-taan berupa kurva bahu kanan, bahu kiri dan segitiga, ada 64 aturan fuzzy, dan defuzzyfikasi menghasilkan nilai maksimum limit browsing, download dan streaming.
3. Hasil pengujian akses internet dengan pengambilan data di router menghasilkan jumlah pengujian sebanyak 64 buah dengan rata-rata maksimum limit untuk browsing 851 kbps, download 592 kbps, dan streaming 643 kbps. Hasil pengujian bersifat real time.

Adapun saran dalam pengembangan sistem ini adalah sistem bisa langsung berkomunikasi dengan router tanpa input manual.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andrew S. (1997). *Jaringan komputer*. Edisi Ke-3. Prenhallindo, Jakarta.  
<http://faculty.petra.ac.id/ido/courses/grafis/internet.pdf>
2. Kusumadewi, S. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
3. Kusumadewi, S. (2007). *Sistem fuzzy untuk klasifikasi indikator kesehatan daerah*, Seminar TEKNOIN. C1-C8
4. Mustaziri. (2012). *Sistem pakar fuzzy untuk optimasi penggunaan bandwidth jaringan komputer*. Magister tesis. Universitas Diponegoro, Semarang  
(<http://eprints.undip.ac.id/36014/1/Mustaziri.pdf>)
5. Periyadi. (2012). *Implementasi Manajemen Bandwidth Internet Berbasis Kuota dan Filtering dengan IPCop OS, Studi Kasus: Warnet Zamzami*, Journal PA. Politeknik Telkom Bandung