

**ANALISA PERBANDINGAN *LOGIC FUZZY* METODE *TSUKAMOTO*, *SUGENO*,
DAN *MAMDANI*
(STUDI KASUS : PREDIKSI JUMLAH PENDAFTAR MAHASISWA BARU
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN
GUNUNG DJATI BANDUNG)**

Laras Purwati Ayuningtias¹, Mohamad irfan², Jumadi³

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung
Djati Bandung

Jl. A. H. Nasution 105 Bandung 40614

purwatilaras@gmail.com¹, irfan.bahaf@uinsgd.ac.id², jumadi@uinsgd.ac.id³

ABSTRAK

Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Gunung Djati Bandung adalah salah satu institusi perguruan tinggi yang memiliki kualitas yang bagus dan memiliki potensi yang dapat menyerap mahasiswa baru berdasarkan berlimpahnya data awal yang diperoleh dari tahun ajaran 2013/2014 sampai dengan 2016/2017, dengan tahapan seleksi penerimaan yang banyak bahkan mahasiswa baru yang terserap beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan dan penurunan. Dalam penelitian ini dilakukan analisa perbandingan algoritma *fuzzy logic* metode Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani untuk memprediksi jumlah pendaftar untuk tahun ke depan, dilihat dari jumlah mahasiswa yang lulus dan registrasi dari tahun sebelumnya dan membandingkan perhitungannya menggunakan nilai rata-rata dari hasil yang diperoleh pada ketiga metode *fuzzy* tersebut dengan aplikasi berbasis *web*. Hasil dari penelitian yang telah dihitung, diperoleh bahwa metode *fuzzy* Mamdani mempunyai tingkat error yang lebih kecil sebesar 19,76% dibandingkan dengan metode Tsukamoto sebesar 39,03% dan Sugeno sebesar 86,41% pada prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru.

Kata Kunci: *komparasi, prediksi, mahasiswa baru, Tsukamoto, Sugeno, Mamdani, framework CI, registrasi*

ABSTRACT

State Islamic University (UIN) Sunan Gunung Djati Bandung is one of the university institution that has good quality and has the potential to absorb new students based on the abundance of preliminary data obtained from the academic year 2013/2014 until 2016/2017, with many selection stages which new students even absorbed in the last few years have been increased and decreased. In this research, comparative analysis of Tsukamoto, Sugeno and Mamdani fuzzy logic algorithm method were used to predict the number of applicants for the next year, seen from the number of students who graduated and registrated from the previous year and comparing the calculation using the average value of the results obtained in the three fuzzy methods with web-based application. The result of the research has been calculated that the Mamdani fuzzy method has a smaller error rate of 19.76% compared to the Tsukamoto method of 39.03% and Sugeno that equal to 86.41% in predicting the number of new student enrollment.

Keywords: *comparisons, predictions, new students, tsukamoto, sugeno, mamdani, CI framework, registration*

DOI: 10.15408/jti.v10i1.6810

I. PENDAHULUAN

Institusi pendidikan perguruan tinggi setiap tahunnya rutin mengadakan kegiatan penerimaan mahasiswa baru dan jumlah mahasiswa baru dapat mengalami peningkatan dan dapat juga mengalami penurunan, bahkan data yang diperoleh berdasarkan data historis data yang ada bertambah terus menerus.

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung pada perkembangan penerimaan mahasiswa baru tahun ajaran 2013/2014 sampai dengan 2016/2017 dengan tahapan seleksi penerimaan yang begitu banyak yaitu pemilihan jalur ujian tulis mandiri, SPMB-PTAIN, SPAN-PTKIN, UM-PTKIN, SNMPTN UNDANGAN, dan dilakukannya lagi ujian tulis mandiri kedua, mungkin saja untuk tahun kedepan jalur ujian masuk ke Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung akan bertambah terus menerus dikarenakan kuota pada setiap jurusan atau fakultas yang telah ditentukan dan tingkat populasi orang yang berbeda-beda.

Dengan memprediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru Fakultas Sains dan Teknologi salah satunya menggunakan penerapan algoritma *fuzzy* yaitu logika yang digunakan untuk menggambarkan ketidakjelasan². Algoritma *fuzzy* memiliki ke 3 metode yaitu metode *fuzzy* Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani dan dari ke 3 metode *fuzzy* ini memiliki mesin inferensi dan defuzzifikasi yang berbeda.

Dalam menentukan jumlah pendaftar mahasiswa baru yang memilih Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, dari data yang sudah diperoleh di bagian bidang akademik, setidaknya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan beberapa diantaranya adalah jumlah pendaftar berdasarkan pilihan prodi, jumlah mahasiswa yang diterima, jumlah mahasiswa registrasi.

Masalahnya adalah bagaimana memprediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru yang masuk ke Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung dengan menggunakan penerapan metode *fuzzy* Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani berdasarkan mahasiswa yang lulus dan registrasi dilihat dari data jumlah pendaftar mahasiswa pada tahun ajaran sebelumnya guna mendapatkan perkiraan jumlah pendaftar mahasiswa baru pada tahun ajaran ke depan.

Pada kesempatan penelitian ini penulis menerapkan metode *fuzzy* Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani dalam memprediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru yang memilih Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, dengan menerapkan dan membandingkan ke 3 metode *fuzzy* tersebut, berupa penyusunan perhitungan sistematis yang akan dilakukan, sehingga mendapatkan output nilai sebagai bahan perbandingan ke 3 metode *fuzzy*. Adapun artikel ini merupakan hasil orisinal dari penelitian yang penulis lakukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Komparasi

“Kata ‘Komparasi’ dalam bahasa Inggris *Comparison*, yaitu perbandingan. Makna dari kata tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini peneliti bermaksud mengadakan perbandingan kondisi yang ada dan apakah kedua kondisi tersebut sama atau ada perbedaan” [1].

a. Pengertian Prediksi

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pengertian prediksi adalah kegiatan untuk menduga hal yang akan terjadi. Beberapa definisi lainnya tentang prediksi:

1. Prediksi diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis [2].
2. Prediksi merupakan bagian internal dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen [3]
3. Prediksi (*forecasting*) adalah suatu kegiatan yang memperkirakan apa yang terjadi pada masa akan datang. Masalah pengambilan keputusan merupakan masalah yang dihadapi maka peramalan juga merupakan masalah yang harus dihadapi, karena peramalan berkaitan erat dengan pengambilan suatu keputusan [4].

b. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu pembentuk soft computing. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting [2]. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau

membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut [5]

Ada beberapa definisi logika *fuzzy*, diantaranya:

1. Logika *fuzzy* adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, logika himpunan yang menyelesaikan keambiguan.
2. Logika *fuzzy* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik.

Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistik), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output [6]. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [5].

c. Fuzzy Inference System Tsukamoto

1. Saat proses evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode *fuzzy* Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Masing-masing nilai α -predikat digunakan untuk menghitung hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).
2. Proses defuzzyfikasi pada metode Tsukamoto menggunakan metode rata-rata (*Average*) dengan rumus berikut:

$$z = \frac{\sum \alpha_i \cdot z_i}{\sum \alpha_i}$$

d. Fuzzy inference System Sugeno

Ada 2 model pada metode TSK, yaitu:

1. Metode *Fuzzy Sugeno* Orde-Nol
 Secara umum bentuk model inferensi *fuzzy* Sugeno Orde-Nol adalah:
IF(x1 is A1i) o (x2 is A2i) o ... o (xN is ANi) THEN z = k

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (bersifat *crisp*) sebagai konsekuen.

2. Metode *Fuzzy Sugeno* Orde-Satu

Secara umum bentuk model inferensi *fuzzy* Sugeno Orde-Satu adalah:

IF (x1 is A1i) o (x2 is A2i) o ... o (xN is AN) THEN z = p1 * x1 + ... + pN * xN + q

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai anteseden, dan P_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-I dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno, maka defuzzyfikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya [5].

2.6 Fuzzy Inference System Mamdani

1. Saat melakukan evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode Mamdani menggunakan fungsi MIN dankomposisiantar-rule menggunakan fungsi MAX untuk menghasilkan himpunan *fuzzy* baru.
2. Proses defuzzyfikasi pada metode Mamdani menggunakan metode Centroid dengan rumus berikut:

$$z = \frac{\int \mu(z) \cdot z \, dz}{\int \mu(z) \, dz}$$

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Analisis Masalah

Data dalam penelitian prediksi pada jumlah pendaftarmahasiswa baru adalah data mahasiswa baru Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung Fakultas Sains dan Teknologi tahun ajaran 2013/2014 sampai dengan 2015/2016.

Tabel 3.1. Data mahasiswa baru Fak. Sains dan teknologi tahun ajaran 2013/2014 sampai dengan 2016/2017

No	Tahun	Mahasiswa lulus	Mahasiswa registrasi
1.	2013/2014	766	656
2.	2014/2015	1031	704
3	2015/2016	910	634
4	2016/2017	955	645

Fungsi aturan (*rule*) menggunakan metode MIN, *rule* atau aturan dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Aturan (*Rule*)

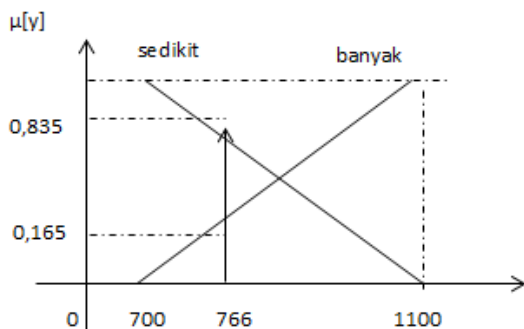
Kode	Aturan /Rules
[R1]	IF jumlah diterima berkurang and jumlah mahasiswa registrasi banyak then jumlah mahasiswa pendaftar menurun.
[R2]	IF jumlah diterima berkurang and jumlah mahasiswa registrasi sedikit then jumlah mahasiswa pendaftar menurun.
[R3]	IF jumlah diterima bertambah and jumlah mahasiswa registrasi banyak then jumlah mahasiswa pendaftar meningkat.
[R4]	IF jumlah diterima bertambah and jumlah mahasiswa registrasi sedikit then jumlah mahasiswa pendaftar meningkat.

3.1.1 Mesin Inferensi dan Defuzzyfikasi Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, komposisi menggunakan fungsi inferensi menggunakan MIN yaitu dengan cara mengambil nilai minimum dari variabel input sebagai outputnya.

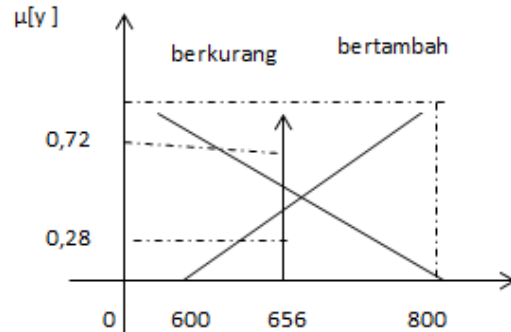
1. Menghitung nilai keanggotaan himpunan masing-masing variabel.

- a. Jumlah mahasiswa diterima atau lulus
 μ diterimaberkurang (766) = $(1100 - 766) / 400 = 0,835$
 μ diterimabertambah (766) = $(766 - 700) / 400 = 0,165$



Gambar 3.8 Fungsi keanggotaan dari variabel jumlah mahasiswa diterima tahun 2013/2014

- b. Jumlah mahasiswa registrasi
 μ registrasisedikit (766) = $(800 - 656) / 200 = 0,72$
 μ diterimabanyak (766) = $(656 - 600) / 200 = 0,28$



Gambar 3.9 Fungsi keanggotaan dari variabel jumlah mahasiswa registrasi tahun 2013/2014

2. Menghitung nilai keanggotaan (inferensi) anteseden (α -predikat) dan nilai z untuk tiap rule *fuzzy*.

$$R1 = \min(0,835; 0,28) = 0,28 \text{ (5000-z) / 4000} = 0,28 = 3880$$

$$R2 = \min(0,835; 0,72) = 0,72 \text{ (5000-z) / 4000} = 0,72 = 2120$$

$$R3 = \min(0,165; 0,28) = 0,165 \text{ (z-1000) / 4000} = 0,165 = 1660$$

$$R4 = \min(0,165; 0,72) = 0,165 \text{ (z-1000) / 4000} = 0,165 = 1660$$

3. Menentukan Output Crisp (Defuzzyfikasi)

Defuzzyfikasi merupakan proses konversi dari *fuzzy output* menjadi *crisp output*. Pada defuzzyfikasi digunakan metode rata-rata (*Average*) untuk mendapatkan nilai *crisp output*.^[12]

$$\frac{(\alpha - \text{Pred}_1 * z_1) + (\alpha - \text{Pred}_2 * z_2) + (\alpha - \text{Pred}_3 * z_3) + (\alpha - \text{Pred}_4 * z_4)}{\alpha - \text{Pred}_1 + \alpha - \text{Pred}_2 + \alpha - \text{Pred}_3 + \alpha - \text{Pred}_4}$$

$$= \frac{(0,835 \times 3880 + 0,165 \times 2120 + 0,72 \times 1660 + 0,28 \times 1660)}{0,835 + 0,165 + 0,72 + 0,28}$$

$$= 2376$$

3.1.2 Mesin Inferensi dan Defuzzyfikasi Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno

- Dari bagian konsukuen Rule 1
 $Z_1 = \text{diterima - registrasi} = 110$
- Dari bagian konsukuen Rule 2
 $Z_2 = \text{Diterima} = 766 = 2263$

= min (0,165; 0,28) = 0,165
 Dari bagian konsukuen Rule 3
 $Z_3 = \text{Diterima}$
 = 766
 Dari bagian konsukuen Rule 4
 $Z_4 = 1.25 * \text{Diterima-registrasi}$
 = 1.25 * 766 – 656 = 301.5

2. Menentukan Output Crisp (Defuzzyfikasi)

$$Z^* = \frac{(\alpha - \text{Pred}_1 * z_1) + (\alpha - \text{Pred}_2 * z_2) + (\alpha - \text{Pred}_3 * z_3) + (\alpha - \text{Pred}_4 * z_4)}{\alpha - \text{Pred}_1 + \alpha - \text{Pred}_2 + \alpha - \text{Pred}_3 + \alpha - \text{Pred}_4}$$

$$= \frac{(0,835 \times 110 + 0,165 \times 766 + 0,72 \times 766 + 0,28 \times 301.5)}{0,835 + 0,165 + 0,72 + 0,28}$$

$$= 570$$

3.1.3 Mesin Inferensi dan Defuzzyfikasi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Aturan rule (nilai min dan max)

1. Output Crisp (Defuzzyfikasi) of centroid
 - a) menentukan min dan max fungsi keanggotaan aturan rule fuzzy.
 Min = 0,165
 Max = 0,72
 - b) menentukan batas bawah dan atas
 $(1000 + (0,165 * (4000 - 1000))) = 1660$
 $(1000 + (0,72 * (4000 - 1000))) = 3880$
 - c) menghitung z^* menggunakan meode Centroid kontinu

Defuzzyfikasi

$$Z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

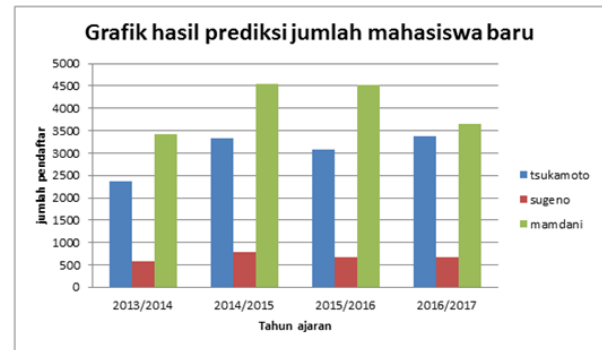
$$= ((227337 + 3296592 + 3240000) / (273.9 + 982.35 + 720)) = 3423$$

3.2 Hasil prediksi metode Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani

Tabel 3.3 Hasil perbandingan ke 3 metode fuzzy

Tahun ajaran	Tsukamoto	Sugeno	Mamdani
2013/2014	2376	570	3423
2014/2015	3339	782	4542
2015/2016	3075	670	4519
2016/2017	3380	676	3650

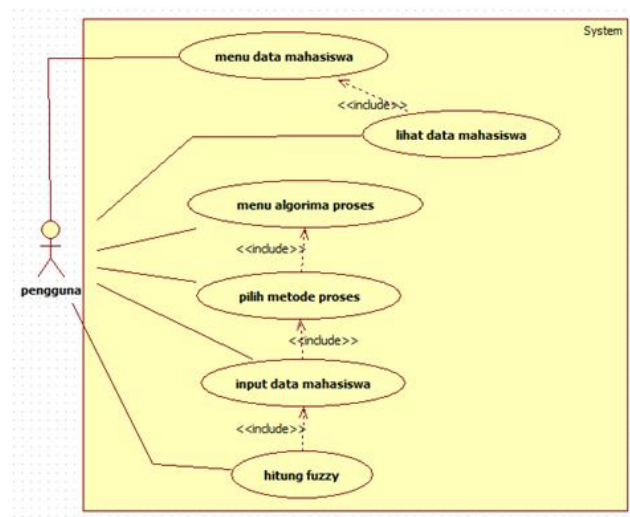
Hasil yang telah digambarkan menggunakan grafik manual bahwa prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru untuk tahun kedepan.



Gambar 4.4 Grafik prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru tahun ajaran 2013/2014 samapai dengan 2016/2017

3.4 Perancangan Sistem

Use-case Diagram digunakan untuk memodelkan dan menyatakan unit fungsi atau layanan yang disediakan oleh sistem ke pemakai.



Gambar 4.5 Use case diagram

Pada program ini actor yang digunakan adalah admin. Sehingga, di dalam penggunaannya diperuntukan untuk pihak akademik sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Uji hasil perbandingan prediksi jumlah pendaftar

Adapun perhitungannya adalah :

$$AFER = \frac{\sum(\frac{A_i - F_i}{A_i})}{n} \times 100\%$$

Dimana A_i adalah nilai aktual pada data keidan F_i adalah nilai hasil peramalan untuk data ke-i. Adapun n adalah banyaknya data. (T, Burney, & Ardil, 2007).

Tabel 4.6 Data Uji Hasil Prediksi Metode Tsukamoto

No	Tahun ajaran	Jumlah pendaftar (Riil) (A)	Hasil prediksi (F) Tsukamoto	(A-F)	(A-F) / A
1	2013/2014	3029	2376	653	0,2156
2	2014/2015	6307	3339	2968	0,4706
3	2015/2016	8321	3075	5245	0,6303
4	2016/2017	4475	3380	1095	0,2447
Rata-rata					0,3903
Dalam persen					39,03%

Tabel 4.7 Data Uji Hasil Prediksi Metode Sugeno

No	Tahun ajaran	Jumlah pendaftar (Riil) (A)	Hasil prediksi (F) Sugeno	(A-F)	(A-F) / A
1	2013/2014	3029	570	2459	0,8118
2	2014/2015	6307	782	5525	0,8760
3	2015/2016	8321	670	7651	0,9195
4	2016/2017	4475	676	3799	0,8489
Rata-rata					0,8641
Dalam persen					86,41%

Tabel 4.8 Data Uji Hasil Prediksi Metode mamdani

No	Tahun ajaran	Jumlah pendaftar (Riil) (A)	Hasil prediksi (F) Mamdani	(A-F)	(A-F) / A
1	2013/2014	3029	3423	-394	-0,1301
2	2014/2015	6307	4542	1765	0,2798
3	2015/2016	8321	4519	3802	0,4569
4	2016/2017	4475	3650	825	0,1844
Rata-rata					0,1978
Dalam persen					19,76%

Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai AFER dengan metode Tsukamoto sebesar 39,03%, metode Sugeno sebesar 86,41%, dan metode Mamdani sebesar 19,76% yang berarti bahwa metode Mamdani mempunyai nilai error yang lebih kecil dan mempunyai tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode Tsukamoto dan Sugeno.

4.2 Implementasi Perancangan Antarmuka

Implementasi antar muka merupakan bagian dari pengolahan implementasi yang disajikan untuk pengguna. Gambar 3.7 ini merupakan kelanjutan dari tampilan menu algoritma proses adalah proses dari perhitungan data mahasiswa menggunakan metode *fuzzy* dengan beberapa tahapannya.

KOMPARASI METODE FUZZY TSUKAMOTO, SUGENO, DAN MAMDANI	
Data Mahasiswa CF Algoritma Proses	
I. Inisialisasi Nilai	
Nama	Nilai
Jumlah Pendaftar Menurun	0.99
Jumlah Pendaftar Tetap	0
Jumlah Pendaftar Meningkat	0
Jumlah Diterima Sedikit	0.67
Jumlah Diterima Banyak	0
Jumlah Diterima Sangat Banyak	0
II. Implikasi Rule (Min)	
Nama	Nilai
R1	0.67
R2	0
R3	0
R4	0
R5	0

Gambar 4.1 Tampilan proses perhitungan

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil ialah variabel input yang diambil yaitu jumlah diterima dan registrasi dari tahun ajaran 2013.2014 sampai dengan 2016/2017 diambil dari bidang akademik lantai 3 aljariah Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, sehingga dapat menghitung prediksi jumlah pendaftar ke depan. Kemudian metode *fuzzy* Mamdani mempunyai tingkat *error* yang lebih kecil sebesar 19,76% dibandingkan dengan metode Tsukamoto sebesar 39,03% dan Sugeno sebesar 86,41% pada prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru.

Dari ketiga metode *fuzzy* yang digunakan, yaitu metode Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani, dapat disimpulkan bahwa metode Mamdani yang lebih tepat dan akurat untuk kasus prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

Adapun kontribusi bisnis untuk institusi itu sendiri yaitu Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, dengan adanya aplikasi ini dapat melakukan perencanaan ke depan dalam hal penentuan anggaran, dan menentukan kuota setiap jurusan fakultas Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, saran yang dapat diberikan adalah perlu adanya kajian yang lebih mendalam tentang metode algoritma yang digunakan. Selain itu, dapat dikatakan pula bahwa algoritma *fuzzy logic* metode Tsukamoto ini sangat cocok untuk menentukan prediksi atau memperkirakan jumlah data pendaftar mahasiswa baru pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung ke depannya jika dibandingkan dengan kedua metode *fuzzy logic* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi)*. Jakarta: Rineka Cipta
- [2] Buffa, Elwood. S, Rakesh K. Sarin, 1996. *Manajemen Operasi dan Produksi jilid I*. Binarupa Aksara: Jakarta.
- [3] Makridakis. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi 2*. Jakarta: Binarupa Aksara
- [4] Imami, A. I. 2013. *Metode Fuzzy Time Series Dengan Faktor Pendukung Untuk Meramalkan Data Saham*. Universitas Pendidikan Indonesia
- [5] Kusumadewi, S. Purnomo, H. 2010, *Aplikasi Logika Fuzzy*. Cetakan Pertama. Graha Ilmu: Yogyakarta.

- [6] Abidah, S, *Analisis Komparasi Metode Tsukamoto dan Sugeno dalam Prediksi Jumlah Siswa Baru*, Volume 8 No 2 hal 3: Journal Speed-2016