

# Pendekatan Fuzzy Logic Dalam Penentuan Mahasiswa Berprestasi Pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sjakhyakirti

<sup>1</sup>Malahayati, <sup>2</sup>Ade Sukma Wati, <sup>3</sup>Gina Agiyani

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Sjakhyakirti, Indonesia

<sup>3</sup>Universitas Islam Negeri Raden Fatah, Indonesia

<sup>1</sup>malahayati@polsri.ac.id; <sup>2</sup>adesukmawati@ac.id; <sup>3</sup>ginaagiyani@radenfatah.ac.id;

## Article Info

### Article history:

Received, 2023-05-30

Revised, 2023-06-14

Accepted, 2023-06-19

### Kata Kunci:

Logika Fuzzy

Tsukamoto

Mahasiswa Berprestasi

## ABSTRAK

Penentuan mahasiswa berprestasi salah satu unsur mutu pelaksanaan pendidikan, sehingga mahasiswa dinilai mampu memanfaatkan ilmunya secara fungsional. Belum adanya perhitungan dan penentuan secara akurat yang dapat membantu dalam penentuan penerimaan mahasiswa berprestasi merupakan masalah yang tidak mudah dipecahkan karena untuk menentukan mahasiswa berprestasi melibatkan Unit Penjamin Mutu (UPM), Fakultas dan Prodi yang mendapatkan hasil keputusan yang berbeda-beda dari berbagai perspektif. Dengan adanya penentuan mahasiswa berprestasi dapat membantu Universitas Sjakhyakirti dalam menentukan mahasiswa berprestasi menggunakan pendekatan logika fuzzy metode tsukamoto. metode tersebut dipilih karena logika fuzzy metode tsukamoto merupakan metode penarikan kesimpulan samar Tsukamoto, Dalam sistem logika fuzzy terdapat beberapa tahapan operasional meliputi: 1. Fuzzifikasi. 2. mesin penalaran atau inference engine. 3. aturan dasar (fuzzy rule). 4. defuzzifikasi. Dengan adanya perhitungan logika fuzzy metode tsukamoto. Adapun hasil dari penentuan mahasiswa berprestasi sebesar 60% dengan keterangan mahasiswa berprestasi dan 40% dengan keterangan mahasiswa tidak berprestasi.

### Keywords:

Fuzzy Logic

Tsukamoto

Student Achievement

## ABSTRACT

*Determining outstanding students is one of the elements of the quality of education implementation so that students are considered to be able to utilize their knowledge functionally. The absence of accurate calculations and determinations that can assist in determining acceptance of outstanding students is a problem that is not easy to solve because determining outstanding students involves the Quality Assurance Unit (UPM), Faculties, and Study Programs which get different decision results from various perspectives. Determining outstanding students can help Sjakhyakirti University to determine student achievement using the Tsukamoto method of fuzzy logic approach. This method was chosen because the Tsukamoto method's fuzzy logic is a method for concluding Tsukamoto's vague conclusions. In a fuzzy logic system, there are several operational stages including 1. Fuzzification. 2. reasoning engine or inference engine. 3. basic rules (fuzzy rules). 4. defuzzification. With the calculation of fuzzy logic Tsukamoto method. The results of determining the outstanding students are 60% with the description of the outstanding students and 40% with the description of the students who are not outstanding.*

*This is an open access article under the CC BY-SA license.*



### Penulis Korespondensi:

Malahayati,

Jurusan Manajemen Informatika,

Politeknik Negeri Sriwijaya,

Email: malahayati@polsri.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

Institusi pendidikan memegang peranan penting dalam menghasilkan kualitas mahasiswa berprestasi. Sebuah prestasi yang diperoleh pada bidang akademik yang didapatkan oleh mahasiswa yaitu dari kegiatan belajar mengajar pada lingkungan pendidikannya. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sjakhyakirti merupakan salah satu instansi yang memberikan pelayanan pendidikan, dalam menjalankan proses pendidikan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sjakhyakirti menyimpan kumpulan data dan selalu bertambah setiap tahunnya sehingga hal ini dapat dimanfaatkan dan diolah kembali agar menjadi sebuah informasi yang bermanfaat sebagai bahan pertimbangan dalam sebuah keputusan. Data yang dimaksud adalah data akademik mahasiswa berupa nilai indeks prestasi mahasiswa dan non-akademik mahasiswa yang mengikuti perlombaan yang diperoleh dari akumulasi nilai yang menjadi salah satu data dalam penelitian ini.

Demikian halnya dengan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sjakhyakirti yang telah memiliki program pemilihan mahasiswa berprestasi. Oleh karena itu mahasiswa berprestasi diberikan kepada mahasiswa yang layak dan pantas untuk dipilih. Pada proses pemilihan mahasiswa berprestasi yang masih dilakukan secara konvensional melalui rapat oleh pihak Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sjakhyakirti, hal ini tentunya akan mendapatkan hasil yang tidak merata dan kurang akurat bagi mahasiswa karena belum adanya perhitungan dan penentuan secara akurat yang dapat membantu dalam penentuan yang tidak mudah dipecahkan, karena untuk menentukan mahasiswa berprestasi melibatkan Unit Penjamin Mutu (UPM). Fakultas dan Prodi yang mendapatkan hasil keputusan yang berbeda-beda dari berbagai perspektif. Jika dilakukan oleh beberapa penilai yang memiliki pandangan atau preferensi yang berbeda. Perbedaan interpretasi kriteria penilaian dan tingkat subjektivitas penilai dapat mempengaruhi hasil penentuan.

Penentuan mahasiswa berprestasi di Universitas Sjakhyakirti memiliki banyak manfaat, termasuk memberikan penghargaan kepada mahasiswa yang bekerja keras dan mencapai prestasi, serta memotivasi mahasiswa untuk meraih pencapaian yang lebih baik, karena mahasiswa yang berprestasi sangat menunjang akreditasi universitas maupun program studi. Untuk itu universitas akan memastikan bahwa mahasiswa-mahasiswa yang benar-benar berprestasi diakui dan dihargai dengan tepat dan proses penentuan yang akurat, adil dan transparan.

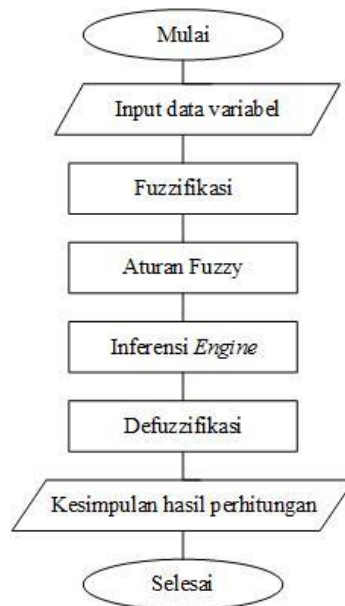
Kriteria penilaian untuk penentuan mahasiswa berprestasi seperti Indeks Prestasi Mahasiswa dan keikutsertaan dalam mengikuti perlombaan. Dalam menentukan mahasiswa yang berprestasi dibutuhkan sebuah metode seperti halnya dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Gina,dkk bahwa dalam melakukan sebuah penilaian untuk mengambil keputusan dapat dengan cara mengumpulkan data dan dilakukan dengan analisis tertentu [1]. Pendekatan yang dapat digunakan dalam penentuan mahasiswa berprestasi dalam penelitian ini adalah pendekatan Logika Fuzzy dengan metode Tsukamoto [2], Logika Fuzzy memberikan solusi yang sangat berguna untuk memahami, mengukur dan menangani data yang tidak jelas, ambigu dan tidak pasti [3]. Logika fuzzy merupakan peningkatan dari logika Boolean yang mengenal konsep kebenaran sebagian. fuzzy adalah suatu logika yang diciptakan untuk mengatasi logika komputer/ mesin yang memiliki logika 0/tidak dan 1/ ya. Dalam sistem logika fuzzy terdapat beberapa langkah penyelesaian yang dapat diimplementasikan meliputi: 1. Fuzzifikasi. 2. aturan (fuzzy rule) 3. Inference engine. 4. Defuzzifikasi [4]. Pendekatan Logika Fuzzy dalam penentuan mahasiswa berprestasi dapat memberikan fleksibilitas dalam menangani ketidakpastian, ambiguitas, serta variasi dalam data yang ada. Namun, penting untuk melibatkan pakar atau pihak yang berkompeten dalam menentukan himpunan linguistik, aturan, dan bobot-bobot yang digunakan dalam sistem Logika Fuzzy. Selain itu, hasil dari Logika Fuzzy dapat digunakan sebagai bagian dari proses pengambilan keputusan yang lebih komprehensif, termasuk pertimbangan aspek lain yang relevan dalam penilaian mahasiswa berprestasi.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan ini menerapkan pendekatan fuzzy logic dengan metode tsukamoto. Logika fuzzy dan metode Tsukamoto digunakan pada penelitian ini. Logika fuzzy merupakan sebuah tahapan yang sesuai untuk melakukan pemetaan pada suatu wadah input yang dimasukkan ke dalam suatu ruang output serta konsep

penggunaan logika fuzzy dapat dengan mudah untuk dipahami. Adapun teori fuzzy set menyediakan sebuah kerangka kerja matematis untuk merepresentasikan dan memperlakukan ketidakpastian dalam bentuk kekaburan, ketidaktepatan, kebocoran informasi, dan bagian kebenaran. Penilaian dari anggota atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri khas utama dari penalaran dengan logika fuzzy [5]. Himpunan pada logika fuzzy dasarnya digagas untuk memperoleh jangkauan secara luas terhadap fungsi karakteristik hingga fungsi yang ada tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1]. Nilai tersebut akan menunjukkan bahwa item yang ada tidak hanya bernilai benar atau salah, dengan kata lain nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar. Dalam logika fuzzy, kebenarannya nilai pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar, sampai benar-benar salah [6].

Adapun langkah-langkah dalam melakukan penelitian ini:



Gambar 1. Tahapan penelitian

Beberapa operasi diartikan secara khusus untuk menggabungkan dan mengubah himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan merupakan hasil dari operasi 2 himpunan disebut dengan fire strength atau  $\alpha$  - predikat. Zadeh menciptakan 3 operator dasar [7] yaitu:

a. Operasi gabungan (*Union*)

Operasi gabungan (sering disebut operator OR) dari himpunan fuzzy A dan B dinyatakan sebagai  $A \cup B$ . Dalam sistem fuzzy, operasi gabungan disebut sebagai MAX. Operasi gabungan MAX ditulis dengan persamaan berikut :  $\mu_{A \cup B} = \mu_A(x) \cup \mu_B(y) = \text{MAX} (\mu_A(x), \mu_B(y))$ .

Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan fuzzy  $A \cup B$  adalah derajat keanggotaannya pada himpunan fuzzy A atau B yang memiliki nilai terbesar.

b. Operasi Irisan (*intersection*)

Operasi irisan (sering disebut operator AND) dari himpunan fuzzy A dan B dinyatakan sebagai  $A \cap B$ . Dalam sistem logika fuzzy, operasi irisan disebut sebagai MIN. Operasi MIN ditulis dengan persamaan berikut :  $\mu_{A \cap B} = \mu_A(x) \cap \mu_B(y) = \text{MIN} (\mu_A(x), \mu_B(y))$ . Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan fuzzy  $A \cap B$  adalah derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy A dan B yang memiliki nilai terkecil .

c. Operator Komplemen (*Complement*)

Bila himpunan fuzzy A pada himpunan universal X mempunyai fungsi keanggotaan  $\mu_A(x)$  maka komplemen dari himpunan fuzzy A (sering disebut NOT adalah himpunan fuzzy  $A^c$  dengan fungsi keanggotaan untuk setiap x elemen X.  $\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x)$  [8].

Metode tsukamoto satu dari metode yang ada di logika fuzzy dan metode lainnya adalah metode mamdani dan metode sugeno. Aturan yang ada dalam metode tsukamoto direpresentasikan menggunakan himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan pasti [9]. Untuk mendapatkan output (Z) angka tegas yaitu merubah himpunan fuzzy sesuai dengan sistem yang dibuat sebagai domain himpunan fuzzy itu sendiri. Aturan ini adalah metode defuzzifikasi (penegasan) [10].

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. setiap aturan direpresentasikan sebagai himpunan fuzzy dengan monoton fungsi anggota. Untuk menentukan nilai crisp output (Z), nilai input harus diubah dari input (yaitu, fuzzy himpunan) yang diperoleh dari aturan fuzzy menjadi bilangan dalam domain himpunan fuzzy, proses ini dikenal dengan defuzzifikasi [11]. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*) [12]. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah tahap pertama dari proses inferensi, dimana Fuzzifikasi merupakan proses merubah data yang sudah di input menggunakan data crisp (tegas) menjadi data dalam bentuk himpunan Fuzzy dengan fungsi keanggotaan [13]. Tahap ini penentuan variabel fuzzy, himpunan fuzzy, domain fuzzy dan juga semesta. Mengganti variabel non fuzzy (variabel numerik) dengan variabel fuzzy (variabel numerik) [14] selanjutnya proses ini terdapat dua variabel guna mendapatkan hasil keputusan mahasiswa yang berprestasi. Variabel linguistik yang digunakan pada pengujian ini ada 2 macam, yaitu variabel IPK, variabel lomba sebagai variabel input. Pada masing - masing variabel linguistik terdapat beberapa himpunan fuzzy, nilai himpunan fuzzy yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Variabel IPK

Diketahui himpunan -himpunan fuzzy pada variabel IPK antara lain:

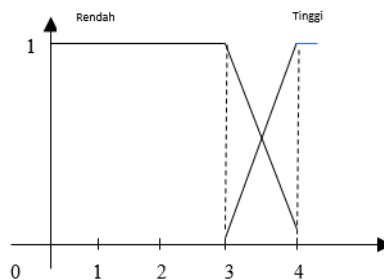
Himpunan :

ipk\_rendah = 0.00 - 3.00

ipk\_tinggi = 3.00 - 4.00

Semesta = 0.00-4.00

Fungsi Keanggotaan himpunan rendah dan tinggi pada variabel IPK. Berikut adalah grafik himpunan IPK rendah dan tinggi pada variabel IPK:



Gambar 2. Grafik keanggotaan IPK

Rumus persamaan fungsi keanggotaan pada himpunan ipk-tinggi dan ipk\_rendah adalah sebagai berikut :

$$\mu_{pk\_rendah} = \frac{b-x}{b-a} = \frac{4-3,2}{4-3} = \frac{0,8}{1} = 0,8$$

$$\mu_{pk\_tinggi} = \frac{x-c}{b-a} = \frac{3,2-3}{4-3} = \frac{0,2}{1} = 0,2$$

b. Variabel Lomba

Diketahui himpunan -himpunan fuzzy pada variabel lomba antara lain:

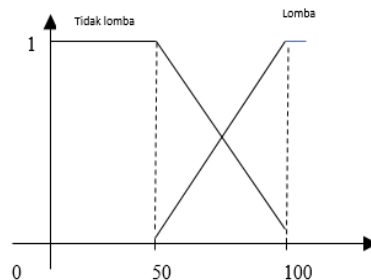
Himpunan Lomba :

tidak\_lomba = 0% - 50%

lomba = 50%-100%

Semesta = 0%-100%

Fungsi Keanggotaan himpunan tidak lomba dan lomba pada variabel lomba. Berikut adalah grafik himpunan tidak lomba dan lomba pada variabel lomba:



Gambar 3. Grafik Keanggotaan Lomba

Rumus persamaan fungsi keanggotaan pada himpunan lomba dan tidak lomba adalah sebagai berikut :

$$\mu_{Tidak\_lomba}(50) = \frac{b - x}{b - a} = \frac{100 - 50}{100 - 50} = \frac{50}{50} = 1$$

$$\mu_{Lomba}(50) = \frac{x - c}{b - a} = 0$$

3.2 Aturan Fuzzy (Rule)

Pada proses pembuatan aturan-aturan fuzzy (rule) ini dinyatakan dengan bentuk “IF...THEN” [15]. Aturan fuzzy mahasiswa berprestasi ini menerapkan operator AND (*intersection*), *intersection* dari 2 variabel input dan satu variabel output, Terdapat 4 aturan fuzzy yang terbentuk dari 2 himpunan fuzzy yang berasal dari 2 variabel input, yaitu 2 himpunan fuzzy dari variabel ipk dan 2 himpunan fuzzy dari variabel lomba, serta 2 himpunan fuzzy dari variabel output, yaitu variabel prestasi. Aturan – aturan fuzzy tersebut mulai dari R1 yang mewakili aturan fuzzy ke-1 sampai dengan R4 yang mewakili aturan fuzzy ke-4, dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Aturan Fuzzy (rule)

No	IPK	Lomba	Prestasi
1	Rendah	Tidak_lomba	Tidak prestasi
2	Rendah	Lomba	Tidak prestasi
3	Tinggi	Tidak_lomba	Prestasi
4	Tinggi	Lomba	Prestasi

Kemudian, berdasarkan tabel 1, dengan memasukkan aturan fuzzy bentuk IF – Operator himpunan fuzzy AND – THEN maka dapat ditulis rule base dalam bentuk pseudo code seperti berikut:

- [R1] IF IPK rendah AND Lomba tidak lomba THEN Prestasi Tidak Prestasi;
- [R2] IF IPK rendah AND Lomba lomba THEN Prestasi Tidak Prestasi;
- [R3] IF IPK Tinggi AND Lomba tidak lomba THEN Prestasi Prestasi;
- [R4] IF IPK Tinggi AND Lomba lomba THEN Prestasi Prestasi;

### 3.3 Inferensi Engine

Proses selanjutnya menerapkan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai a dan nilai z. Untuk hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a_1 &= (\mu_{rendah}, \mu_{tidak\ lomba}) \\ &= (0,8, 1) \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= (\mu_{rendah}, \mu_{lomba}) \\ &= (0,8, 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_3 &= (\mu_{tinggi}, \mu_{tidak\ lomba}) \\ &= (0,2, 1) \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_4 &= (\mu_{tinggi}, \mu_{lomba}) \\ &= (0,2, 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_1 &= \text{ber prestasi} = \text{linier turunan} \\ \frac{0,8}{1} &= \frac{b-x}{b-a} \\ \frac{0,8}{0,8} &= \frac{50-x}{50-10} \\ 1 &= \frac{50-10}{50-x} \\ 0,8 \cdot 40 &= 50-x \\ 32 &= 50-x \\ x &= 50-32 \\ &= 18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_2 &= \text{non prestasi} = \text{linier turunan} \\ \frac{0}{1} &= \frac{b-x}{b-a} \\ \frac{0}{0,8} &= \frac{50-x}{50-10} \\ 1 &= \frac{50-10}{50-x} \\ 0 \cdot 40 &= 50-x \\ 0 &= 50-x \\ x &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_3 &= \text{berprestasi} = \text{linier naik} \\ \frac{0,2}{1} &= \frac{x-a}{b-a} \\ \frac{0,2}{0,2} &= \frac{x-10}{50-10} \\ 1 &= \frac{50-10}{50-x} \\ 0,2 \cdot 40 &= x-10 \\ 8 &= x-10 \\ 8+10 &= x \\ 18 &= x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_4 &= \text{berprestasi} = \text{linier naik} \\ \frac{0}{1} &= \frac{x-a}{b-a} \\ \frac{0}{0,2} &= \frac{x-10}{50-10} \\ 1 &= \frac{50-10}{50-x} \\ 0 \cdot 40 &= x-10 \end{aligned}$$

$$0 = x - 10$$

$$10 = x$$

### 3.4. Defuzzifikasi.

Pada tahap defuzzifikasi ini menggunakan metode fuzzy logic tsukamoto, pengujian terakhir adalah proses defuzzifikasi. Tahap ini proses pergantian kembali hasil keputusan yang masih dalam bentuk fuzzy menjadi variabel numerik non fuzzy [16]. Proses perhitungan menggunakan persamaan rata-rata [17] terbobot dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{\sum \alpha\text{-predikatn} * zn}{\sum \alpha\text{-predikatn}}$$

Berdasarkan rumus persamaan diatas, maka nilai  $\alpha$ -predikat dan nilai *crisp* berupa penambahan dari setiap aturan *fuzzy* yang didapatkan pada proses inferensi dimasukkan ke dalam rumus rata – rata terbobot seperti berikut:

$$Z = \frac{0,8*18+0*50+0,2*18+0*10}{0,8+0+0,2+0}$$

$$Z = \frac{18}{1}$$

$$Z = 18$$

Jadi, dari proses defuzzifikasi didapatkan hasil akhir untuk pengujian 1 ini berupa nilai *crisp* berupa mahasiswa berprestasi bernilai 18.

### 3.5 Analisis Tes

Pengujian data dilakukan untuk mengetahui hasil penentuan mahasiswa berprestasi. Data yang diuji berjumlah 15 data. Berikut adalah hasil pengujian data:

Tabel 2. Hasil Tes

No	Nama	IPK	lomba	prestasi	Keterangan
1	Mahasiswa 1	3,8	100	41.90	Berprestasi
2	Mahasiswa 2	2,9	50	10.00	Tidak berprestasi
3	Mahasiswa 3	3,2	100	18.00	Berprestasi
4	Mahasiswa 4	3,7	50	38.00	Berprestasi
5	Mahasiswa 5	3,42	50	26.79	Berprestasi
6	Mahasiswa 6	3,5	50	30.00	Berprestasi
7	Mahasiswa 7	3,4	100	25.99	Berprestasi
8	Mahasiswa 8	3,1	50	14.00	Berprestasi
9	Mahasiswa 9	3,0	100	10.00	Tidak berprestasi
10	Mahasiswa 10	3,2	50	18.00	Berprestasi
11	Mahasiswa 11	2,94	50	10.00	Tidak berprestasi
12	Mahasiswa 12	3,0	100	10.00	Tidak berprestasi
13	Mahasiswa 13	3,0	50	10.00	Tidak berprestasi
14	Mahasiswa 14	3,5	50	30.00	Berprestasi
15	Mahasiswa 15	2,9	100	10.00	Tidak berprestasi

Berdasarkan Tabel 2 telah diuji data penentuan mahasiswa berprestasi sebanyak 15 data menghasilkan nilai akurasi sebesar 60% mahasiswa berprestasi dan 40% mahasiswa tidak berprestasi.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan pendekatan logika fuzzy dalam penentuan mahasiswa berprestasi Universitas Sjakhyakirti didapat kesimpulan berupa hasil dari perhitungan. Pertama didapatkan hasil dari penentuan mahasiswa berprestasi pada Universitas Sjakhyakirti melalui variabel Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) dan keikutsertaan mahasiswa mengikuti lomba. Keluaran dari perhitungan ini adalah siapa saja

mahasiswa yang mendapatkan predikat berprestasi dan tidak berprestasi. Kemudian penentuan mahasiswa berprestasi dengan logika fuzzy bisa dilakukan dengan akurat dan cepat dibandingkan dengan penentuan yang dilakukan secara konvensional sehingga membantu pihak Penjamin Mutu (UPM). Fakultas dan Prodi dalam mengambil keputusan. Adapun hasil dari penentuan mahasiswa berprestasi sebesar 60% dengan keterangan mahasiswa berprestasi dan 40% dengan keterangan mahasiswa tidak berprestasi. Adapun penggunaan logika fuzzy dalam proses penentuan perhitungan dapat mengurangi kecemasan akan adanya kecurangan yang tidak diinginkan seperti adanya nepotisme dalam penentuan mahasiswa berprestasi pada Universitas Sjakhyakirti. Selain itu dengan adanya penentuan mahasiswa berprestasi dengan pendekatan logika fuzzy penentuan mahasiswa yang berhak mendapatkan predikat berprestasi lebih akurat, adil dan transparan.

## REFERENSI

- [1] G. Agiyani, M. Malahayati, and A. S. Wati, "Perbandingan Menggunakan Metode Exponential Smoothing Untuk Prediksi Jumlah Polis Asuransi Kendaraan Pada PT X Kota Palembang," *J. Inf. Technol. Ampera*, vol. 3, no. 3, pp. 382–390, 2022.
- [2] P. C. Rohaizan, Binti Ramlan; Ang, "the Conceptual Framework of Production Planning Optimisation," no. October, 2018.
- [3] P. Lone, A. Bhardwaj, and F. Bahar, "A study of comparative purification efficiency of two species of Potamogetón (Submerged Macrophyte) in wastewater treatment," *Int. J. Sci. ...*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2013, [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.416.2233&rep=rep1&type=pdf#page=506>.
- [4] Sukenda, Y. Puspitarani, A. P. Wahyu, B. Yustim, and Sunjana, "Fuzzy Logic Implementation Using The Tsukamoto Method As A Decision Support System In Scholarship Acceptance," *Turkish J. Comput. Math. Educ.*, vol. 12, no. 11, pp. 1411–1417, 2021.
- [5] P. Sri, Kusumadewi; Hari, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [6] I. M. Bagus, W. Laksa, M. R. Satrio, N. Wayan, and S. Ariyani, "Recommendation System Cooperative Stock Goods Orders Using Fuzzy Tsukamoto," vol. 3, no. 2, pp. 97–103, 2018.
- [7] L. A. Zadeh; R. A. Aliyev, "Introduction to Fuzzy Logic Control," in *Fuzzy Logic Theory and Applications*, *New Jersey World Sci.*, pp. 327–351, 2018.
- [8] M. Ula, "Implementasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Jumlah Pengadaan Barang Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus: Toko Kain My Text)," *J. Ecotipe (Electronic, Control. Telecommun. Information, Power Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 36–46, 2014, doi: 10.33019/ecotipe.v1i2.50.
- [9] Y. W. H. Hanny, "Sistem berbasis aturan menggunakan logika fuzzy tsukamoto untuk prediksi jumlah produksi roti pada cv. gendis bakery," *Progr. Stud. Tek. Inform. Fak. Ilmu Komputer, Univ. Dian Nuswantoro*, 2015.
- [10] K. N. Silaban, "Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Besarnya Gaji Karyawan Pada Hotel Grand Antares," *J. Informatics, Electr. Electron. ...*, vol. 1, no. 1, pp. 20–26, 2021, [Online]. Available: <https://djournal.com/jieee/article/view/56%0Ahttps://djournal.com/jieee/article/download/56/168>.
- [11] F. Pradana, F. A. Bachtiar, and E. R. Widasari, "Fuzzy Tsukamoto Implementation to Detect Physiological Condition on IoT-Based e-Learning Users," *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 12, no. 7, pp. 663–667, 2022, doi: 10.18178/ijiet.2022.12.7.1668.
- [12] E. Situmorang and F. Rindari, "Decision Support System For Selection Of The Best Doctors In Sari Mutiara Hospital Using Fuzzy Tsukamoto Method," *J. Tek. Inform. C.I.T.*, vol. 11, no. 2, pp. 45–50, 2019, [Online]. Available: [www.medikom.iocspublisher.org/index.php/JTI](http://www.medikom.iocspublisher.org/index.php/JTI).
- [13] J. N. Juwono, N. Don, B. Julienne, A. S. Yogatama, and M. H. Widiyanto, "Motorized Vehicle Diagnosis Design Using the Internet of Things Concept with the Help of Tsukamoto 's Fuzzy Logic Algorithm," vol. 4, no. 2, 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i2.17256.
- [14] F. Satria and A. J. P. Sibarani, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Pemilihan Karyawan Terbaik Berbasis Java Desktop," *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 11, no. 1, pp. 130–149, 2020, doi: 10.31849/digitalzone.v11i1.3944.



- [15] S. Kozarević and A. Puška, “Use of fuzzy logic for measuring practices and performances of supply chain,” *Oper. Res. Perspect.*, vol. 5, no. March, pp. 150–160, 2018, doi: 10.1016/j.orp.2018.07.001.
- [16] N. Khairina, “Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang,” *Sinkron*, vol. 1, no. 1, p. 19, 2017, doi: 10.33395/sinkron.v1i1.5.
- [17] W. Hadikurniawati, E. Winarno, M. Taufiq Anwar, and T. Dwi Cahyono, “Fuzzy Inference System Tsukamoto for Decision Making in Ordering Goods (Building Materials),” *Atlantis-Press.Com*, vol. 208, no. Icist 2020, pp. 50–53, 2021, [Online]. Available: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icist-20/125964991>.