

Perancangan Sistem Rekomendasi Pemberian Beasiswa dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

¹Putri Gloria, ²Eko Sedyono

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

Email: ¹672016217@student.uksw.edu, ²ekosed1@yahoo.com

Abstrak

Universitas Kristen Indonesia Toraja (UKI Toraja) merupakan salah satu universitas yang menyediakan beasiswa bagi para mahasiswa yang ingin melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi namun terkendala dengan biaya. UKI Toraja menyediakan 3 jenis bantuan, salah satunya yaitu Beasiswa Siangkar. Namun, proses seleksi calon penerima beasiswa tak luput dari kendala yang dialami oleh pihak pengelola beasiswa. Jumlah mahasiswa yang mendaftar sebagai calon penerima beasiswa yang melampaui kuota yang disediakan oleh kampus dan juga sulitnya menjangkau mahasiswa yang benar-benar mengalami kendala dalam pembayaran biaya kuliah adalah contoh kendala yang sering didapati oleh pihak pengelola beasiswa. Untuk mempermudah proses seleksi yang obyektif, digunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* sebagai sistem pendukung keputusan yang dapat membantu memberikan rekomendasi mahasiswa yang berhak menerima beasiswa sehingga proses seleksi dapat dilakukan dalam waktu yang lebih cepat dengan hasil yang akurat.

Kata kunci : Kecerdasan Buatan, SPK, Fuzzy Tsukamoto, Beasiswa

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah pembelajaran pengetahuan, keterampilan, dan kebiasaan yang dapat diperoleh oleh peserta didik baik secara formal maupun informal. Pendidikan sangat penting adanya dalam kelangsungan hidup demi meningkatkan kualitas sumber daya manusia dalam mengembangkan ilmu pengetahuan [1]. Namun dalam memperoleh pendidikan terdapat kendala-kendala yang dihadapi oleh beberapa orang dengan latar belakang ekonomi yang kurang mampu, salah satunya yaitu mahalnya biaya pendidikan [2]. Oleh karena itu, dibutuhkan



perhatian dari pemerintah untuk membantu masyarakat kurang mampu di Indonesia dalam dunia pendidikan, salah satunya yaitu melalui beasiswa. Beasiswa diartikan sebagai bentuk penghargaan yang diberikan kepada individu agar dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi. Beasiswa diberikan kepada individu dan/atau organisasi yang memiliki keunggulan tertentu dalam bidang akademis maupun non-akademis [3].

Penelitian ini mengambil studi kasus di Universitas Kristen Indonesia Toraja. Universitas Kristen Indonesia Toraja (UKI Toraja) merupakan salah satu universitas yang menyediakan beasiswa bagi para mahasiswa yang ingin melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi namun terkendala dengan biaya. UKI Toraja menyediakan 3 jenis bantuan yaitu Beasiswa Siangkarang, Bantuan Pengurus PPGT dan SMGT yang menjabat sebagai Ketua, dan, Penghargaan bagi Mahasiswa yang meraih prestasi akademik (IPK tertinggi) dan non akademik. Penelitian ini akan lebih berfokus pada Beasiswa Siangkarang. Seleksi penerimaan Beasiswa Siangkarang dilakukan setiap sekali setahun dengan presentase penerima yaitu 0.07%. Sumber dana dari beasiswa tersebut bersumber dari donasi alumni sehingga jumlah penerima Beasiswa Siangkarang tiap tahunnya tidak menentu, disesuaikan dengan dana yang disediakan.

Namun, proses seleksi calon penerima beasiswa tak luput dari kendala yang dialami oleh pihak pengelola beasiswa. Jumlah mahasiswa yang mendaftar sebagai calon penerima beasiswa yang melampaui kuota yang disediakan oleh kampus dan juga sulitnya menjangkau mahasiswa yang benar-benar mengalami kendala dalam pembayaran biaya kuliah adalah contoh kendala yang sering didapati oleh pihak pengelola beasiswa.

Untuk mempermudah proses seleksi yang obyektif, maka diperlukan sebuah sistem pendukung keputusan yang dapat membantu memberikan rekomendasi mahasiswa yang berhak menerima beasiswa sehingga proses seleksi dapat dilakukan dalam waktu yang lebih cepat dengan hasil yang akurat. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu Metode *Fuzzy Tsukamoto*. Beberapa penelitian terdahulu yang juga menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* yaitu penelitian yang berjudul "*Employee Recruitment with Fuzzy Tsukamoto Algorithm*" (H. Irmayanti, 2018) membahas mengenai implementasi Metode *Fuzzy Tsukamoto* pada proses perekrutan karyawan baru [4]. Penelitian lainnya yang berjudul "Seleksi Calon Karyawan Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*" (A. M. Abdul et al., 2016) dilakukan pengujian akurasi dengan menggunakan perbandingan dua variabel (uji korelasi *Spearman*) yaitu penilaian dari pakar dan penilaian dari sistem yang dibuat berdasarkan metode *Fuzzy Tsukamoto*, yang kemudian didapatkan nilai korelasi 0,6136 yang termasuk ke dalam makna

tinggi/kuat [5]. Penelitian lainnya yaitu “Perancangan Dan Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) Metode *Tsukamoto* Pada Penentuan Penghuni Asrama” (A. A. Syahidi, 2019) yang juga melakukan uji akurasi dengan membandingkan hasil penilaian pakar, penilaian *Fuzzy Tsukamoto* secara manual, dan penilaian *Fuzzy Tsukamoto* secara otomatis. Hasil pengujian akurasi yang didapat dengan menggunakan persamaan tersebut adalah 63,15% dengan predikat cukup [6].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

2.1. Metode Fuzzy Tsukamoto

Salah satu model yang akan digunakan dalam sistem pengambilan keputusan ini adalah metode *Fuzzy Tsukamoto*. Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh, seorang ilmuwan dari Amerika Serikat, melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan *fuzzy*. Logika *fuzzy* dapat menentukan batas-batas masalah secara jelas, menangani faktor ketidakpastian dengan baik sehingga dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan [7].

Metode *Fuzzy Tsukamoto* didasarkan pada konsep penalaran monoton. Pada metode penalaran secara monoton, nilai *Crisp* pada daerah konsekuen dapat diperoleh secara langsung berdasarkan *fire strength* pada antesedennya. Salah satu syarat yang harus dipenuhi pada metode penalaran ini adalah himpunan *fuzzy* pada konsekuennya harus bersifat monoton (baik monoton naik maupun monoton turun). Metode ini dipilih karena metode ini akan menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif dan memberikan nilai yang valid hasil perhitungan dari kriteria-kriteria yang telah ditentukan [8].

2.2. Studi Kasus

Tahap ini adalah tahap pengumpulan informasi dari penelitian sebelumnya. Informasi diambil dari berbagai buku, jurnal nasional, maupun jurnal internasional, mengenai sistem pendukung keputusan, *Fuzzy Tsukamoto* dan hal-hal yang berkaitan dengan beasiswa. Beberapa dari jurnal meneliti bagaimana metode digunakan dalam pendukung keputusan. Beberapa lainnya melakukan penelitian dengan cara memberikan contoh tampilan aplikasi pendukung keputusan dalam seleksi pemberian beasiswa sehingga dapat memudahkan dalam proses seleksi calon penerima beasiswa yang tepat. Adapun landasan teori yang relevan dengan penelitian ini yaitu:

1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan salah satu bidang terbaru dalam ilmu pengetahuan dan rekayasa. Ilmu Kecerdasan Buatan dimulai setelah Perang Dunia II, dan nama itu sendiri diciptakan pada tahun 1956. Kecerdasan Buatan saat ini mencakup berbagai macam bidang, mulai dari yang umum seperti pembelajaran dan persepsi, hingga ke bidang yang lebih spesifik, seperti permainan catur, pembuktian teori matematika, penulisan puisi, dan mendiagnosa penyakit. Kecerdasan buatan berhubungan dengan tugas intelektual apapun, dapat dikatakan kecerdasan buatan merupakan bidang yang universal. Definisi kecerdasan buatan menurut para ahlis berdasarkan jenis pembagiannya adalah sebagai berikut [9].

a. Berdasarkan Kinerja Manusia

1. Berpikir Seperti Manusia (Thinking Humanly)

- a) "Sebuah usaha yang menarik untuk membuat komputer berpikir, semacam mesin dengan pikiran dalam arti sepenuhnya dan harafiah." (Haugeland, 1985)
- b) "Aktifitas-aktifitas otomatis yang diasosiasikan dengan pemikiran manusia, seperti pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan pembelajaran." (Bellman, 1978)

2. Bertindak Seperti Manusia (Acting Humanly)

- a) "Seni dari menciptakan mesin yang melaksanakan fungsi-fungsi yang memerlukan intelektual manusia." (Kurzweil, 1990)
- b) "Sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang mana dilakukan lebih baik oleh manusia." (Rich and Knight, 1991)

b. Berdasarkan Rasionalitas

1. Berpikir Rasional (Thinking Rationally)

- a) "Studi dari fakultas mental melalui penggunaan dari model komputasi." (Charniak and McDermott, 1985)
- b) "Studi komputasi yang memungkinkan untuk memahami, bernalar dan bertindak." (Winston, 1992)

2. Bertindak Rasional (Acting Rationally)

Kecerdasan Buatan berhubungan dengan kebiasaan intelektual dalam artefak. (Nilsson, 1998)

2. Sistem Pendukung Keputusan

Secara umum Sistem Pendukung Keputusan adalah salah satu sistem yang membantu menyelesaikan organisational issue untuk membantu mengurangi ketidakpastian dan meningkatkan kemampuan membuat keputusan [10].

Menurut Turban (2005), Sistem Pendukung Keputusan adalah suatu system berbasis komputer yang ditujukan untuk memecahkan berbagai masalah baik yang terstruktur maupun yang tidak terstruktur dalam proses pengambilan keputusan dengan menggunakan data dan model [11].

3. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan fuzzy. Logika fuzzy merupakan sebuah metode untuk penalaran dengan bahasa alami, mendeskripsikan suatu keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* (samar) [9]. Logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1). Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan di antara 0 dan 1. Logika *fuzzy* dapat sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang ada [12]. Logika *fuzzy* juga dapat menentukan batas-batas masalah secara jelas, menangani faktor ketidakpastian dengan baik sehingga dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan [7].

4. *Fuzzy Tsukamoto*

Metode *Fuzzy Tsukamoto* merupakan metode sistem pengambil keputusan yang menggunakan aturan atau rules berbentuk "sebab-akibat" atau "*if-then*". Terdapat 3 tahap dalam metode ini yaitu: fuzzifikasi, inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi [13]. Fuzzifikasi didefinisikan sebagai input, dimana nilai true yang sebenarnya (input *Crisp*) diubah menjadi input fuzzy, dalam bentuk nilai linguistik berdasarkan fungsi keanggotaan yang disimpan pada basis pengetahuan (kumpulan *rules*). Inferensi, yaitu proses mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy dengan cara mengikuti rules ("*if-then*") yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan fuzzy. Defuzzifikasi merupakan proses mengubah hasil dari tahap inferensi menjadi keluaran yang bernilai tegas (*Crisp*) menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan.

2.3. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap memperoleh data dan informasi dari pihak yang berkaitan langsung dengan penelitian ini, yaitu Bagian Administrasi Mahasiswa UKI Toraja. Data dan informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini yaitu daftar penerima mahasiswa yang sedang/pernah menerima beasiswa, dan bagaimana prosedur seleksi penerima beasiswa yang biasanya dilakukan oleh pihak kampus.

Beberapa kriteria yang digunakan dalam proses seleksi penerima Beasiswa Sangkaran, yaitu :

1. IP

Indeks Prestasi (IP) adalah sistem penilaian di mana diambil dari jumlah semua nilai mata kuliah yang diambil dalam 1 semester. Syarat yang harus dipenuhi oleh calon penerima Beasiswa Siangkaran adalah minimal 2.75. Dalam proses seleksi calon penerima beasiswa, nilai IP dikelompokkan lagi ke dalam 3 kategori yaitu Rendah (< 2.75), Cukup (≥ 2.75 dan ≤ 3.0), dan Tinggi (≥ 3.5).

2. Tanggungan Orang Tua

Tanggungan adalah jumlah anggota keluarga yang masih dibiayai oleh orang tua. Berdasarkan jumlahnya tanggungan dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, yaitu : Sedikit(≤ 2); Sedang(≥ 4); Banyak(≥ 6); dan Sangat Banyak(≥ 8).

3. Penghasilan Orang Tua

Berdasarkan jumlahnya penghasilan orang tua juga dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, yaitu: Kurang Mampu ($< \text{Rp}750.000$); Cukup Mampu($\geq \text{Rp}750.000$); Mampu(≥ 1 juta dan $\leq 1,5$ juta); Sangat Mampu($\geq 1.750.000$).

4. Catatan Tambahan

Catatan tambahan dalam data seleksi penerima beasiswa adalah kondisi atau alasan mengapa mahasiswa memerlukan beasiswa, yang akan menjadi pertimbangan dalam proses seleksi.

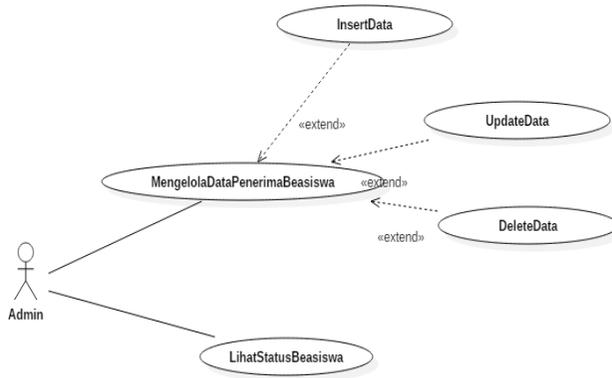
5. Surat Rekomendasi

Surat rekomendasi atau surat keterangan biasanya diberikan oleh Kepala Desa, pengurus lembaga keagamaan, dan verifikasi dari UKI Toraja, sebagai bukti tertulis direkomendasikannya mahasiswa untuk menerima beasiswa.

2.4. Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan basis data dan sistem dari aplikasi berbasis desktop pada penelitian ini yang akan dijelaskan dalam diagram UML (*Unified Modelling Language*). Diagram UML adalah sebuah notasi yang disepakati secara internasional untuk merekam berbagai elemen yang ada dalam analisis dan perancangan berorientasi objek yang dinyatakan dalam berbagai diagram seperti *Use Case Diagram* dan *Activity Diagram*. Sama halnya dengan *blueprint* seorang arsitek yang mempresentasikan detail perancangan untuk sebuah bangunan, diagram UML memungkinkan model software untuk dibangun, ditinjau, dan dimanipulasi selama proses analisis dan perancangan[14].

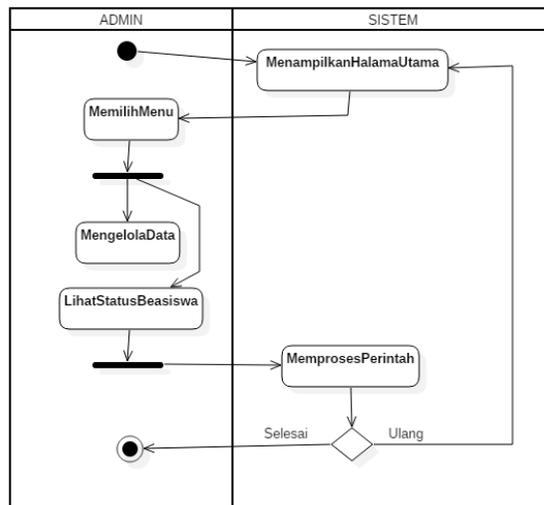
1. Use Case Diagram



Gambar 1. Use Case Diagram Sistem Rekomendasi Penerima Beasiswa

Use case diagram pada Gambar 1 menunjukkan fungsi apa saja yang dapat dilakukan oleh staf pengelola beasiswa UKI Toraja. Staf dapat mengelola data penerima beasiswa dengan melakukan *insert data*, *update data*, dan *delete data*. Staf juga dapat melihat status beasiswa dari calon penerima beasiswa bila mereka menerima atau tidak menerima beasiswa setelah dilakukan pengelolaan data sesuai syarat penerimaan beasiswa.

2. Activity Diagram



Gambar 2. Activity Diagram Sistem Rekomendasi Penerima Beasiswa

Activity diagram pada Gambar 2 menunjukkan urutan aktifitas pengguna (admin) dan sistem. Saat admin membuka aplikasi, sistem akan menampilkan halaman utama yaitu form input data mahasiswa dan tabel. Selanjutnya admin akan memilih menu/aktifitas yang akan dilakukan. Jika admin memilih mengolah data seperti melakukan *insert, update, dan delete data*, maka selanjutnya akan diproses oleh sistem. Jika admin memilih lihat status beasiswa maka sistem akan memproses perintah kemudian menampilkan hasilnya ke tabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem akan bekerja menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*. Berikut tahap-tahap perhitungan dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*:

3.1. Fuzzifikasi

Pada tahap ini dilakukan pembentukan *rule* dan penentuan derajat keanggotaan dari tiap variabel yang menjadi kriteria dalam seleksi penerima beasiswa. Ada 2 cara untuk menentukan *rule*, yaitu *rule* pakar atau *rule* yang ditentukan oleh pakar dan kombinasi peluang. Pada penelitian ini pembentukan *rule* dilakukan dengan cara kombinasi peluang dengan memperhatikan syarat-syarat penerimaan beasiswa.

Tabel 1 Aturan *Fuzzy (Rules)*

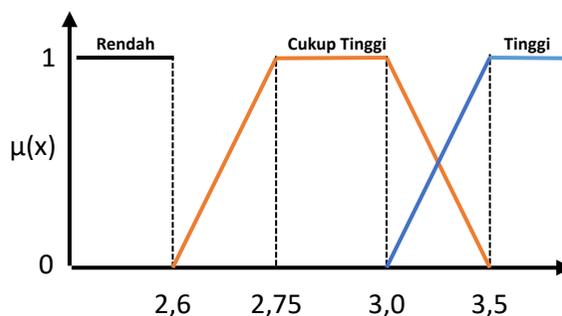
<i>Rules</i>	Kondisi
R1	IF IPK Rendah AND Tanggungan Sedikit AND Pendapatan Kurang Mampu AND Catatan Tidak Ada AND Surat Tidak Ada THEN Tidak Menerima
R2	IF IPK Rendah AND Tanggungan Sedikit AND Pendapatan Kurang Mampu AND Catatan Ada AND Surat Ada THEN Cadangan
R82	IF IPK Cukup AND Tanggungan Sedang AND Pendapatan Kurang Mampu AND Catatan Ada AND Surat Ada THEN Terima

R98	IF IPK Cukup AND Tanggungan Banyak AND Pendapatan Kurang Mampu AND Catatan Ada AND Surat Ada THEN Terima
R146	IF IPK Tinggi AND Tanggungan Sedang AND Pendapatan Kurang Mampu AND Catatan Ada AND Surat Ada THEN Terima
R147	IF IPK Tinggi AND Tanggungan Sedang AND Pendapatan Kurang Mampu AND Catatan Tidak Ada AND Surat Ada THEN Tidak Menerima
R192	IF IPK Tinggi AND Tanggungan Sangat Banyak AND Pendapatan Sangat Mampu AND Catatan Ada AND Surat Tidak Ada THEN Tidak Menerima

Setelah pembentukan *rule*, tahapan selanjutnya adalah penentuan derajat keanggotaan untuk setiap variabel. Pada kasus ini terdapat 5 variabel input dan 1 variabel output.

1. IPK

Pada variabel IPK terdapat 3 himpunan *fuzzy* yaitu IPK rendah, cukup tinggi, dan tinggi.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel IPK

Berdasarkan Gambar 3 persamaan dari himpunan *fuzzy* IPK ditunjukkan pada persamaan-persamaan untuk setiap kategori sebagai berikut.

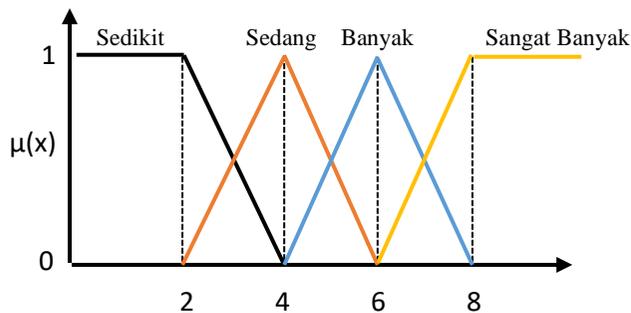
$$\mu_{Rendah}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 2,6 \\ \frac{2,75-x}{2,75-2,6} & ; 2,6 < x < 2,75 \dots\dots\dots(1) \\ 0 & ; x \geq 2,75 \end{cases}$$

$$\mu_{Cukup\ Tinggi}(x) \begin{cases} 1 & ; 2,75 \leq x \leq 3,0 \\ \frac{x-2,6}{2,75-2,6} & ; 2,6 < x < 2,75 \dots\dots\dots(2) \\ \frac{x-3,0}{3,5-3,0} & ; 3,0 < x < 3,5 \\ 0 & ; x \leq 2,6 \text{ atau } x \geq 3,5 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 3,5 \\ \frac{x-3,0}{3,5-3,0} & ; 3,0 < x < 3,5 \dots\dots\dots(3) \\ 0 & ; x \leq 3,0 \end{cases}$$

2. Tanggungan

Pada variabel Tanggungan terdapat 4 kategori yaitu Sedikit, Sedang, Banyak, dan Sangat Banyak.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel Tanggungan

Berdasarkan Gambar 4 persamaan dari himpunan *fuzzy* Tanggungan ditunjukkan pada persamaan-persamaan untuk setiap kategori sebagai berikut.

$$\mu_{Sedikit}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 2 \\ \frac{4-x}{4-2} & ; 2 < x < 4 \dots\dots\dots(4) \\ 0 & ; x \geq 4 \end{cases}$$

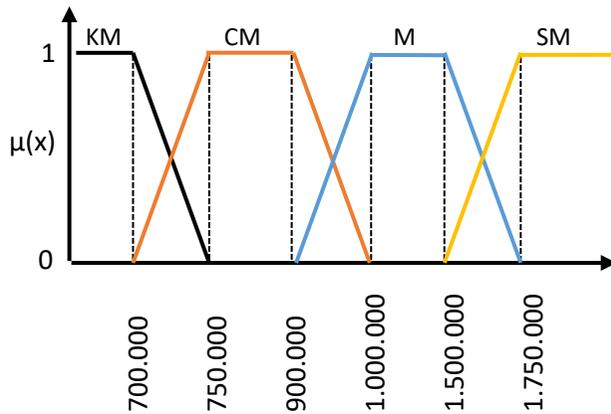
$$\mu_{Sedang}(x) \begin{cases} 1 & ; x = 4 \\ \frac{x-2}{4-2} & ; 2 < x < 4 \dots\dots\dots(5) \\ \frac{6-x}{6-4} & ; 4 < x < 6 \\ 0 & ; x \leq 2 \text{ atau } x \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu_{Banyak}(x) \begin{cases} 1 & ; x = 6 \\ \frac{x-4}{6-4} & ; 4 < x < 6 \dots\dots\dots(6) \\ \frac{8-x}{8-6} & ; 4 < x < 6 \\ 0 & ; x \leq 2 \text{ atau } x \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu_{Sangat\ Banyak}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 8 \\ \frac{x-6}{8-6} & ; 6 < x < 8 \dots\dots\dots(7) \\ 0 & ; x \geq 6 \end{cases}$$

3. Penghasilan Orang Tua

Pada variabel Penghasilan terdapat 4 yaitu Kurang Mampu, Cukup Mampu, Mampu, dan Sangat Mampu.



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Variabel Penghasilan

Berdasarkan Gambar 5 persamaan dari himpunan *fuzzy* Penghasilan ditunjukkan pada persamaan-persamaan untuk setiap kategori sebagai berikut.

$$\mu_{Kurang Mampu}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 700.000 \\ \frac{750.000-x}{750.000-700.000} & ; 700.000 < x < 750.000 \\ 0 & ; x \geq 750.000 \end{cases} \quad (8)$$

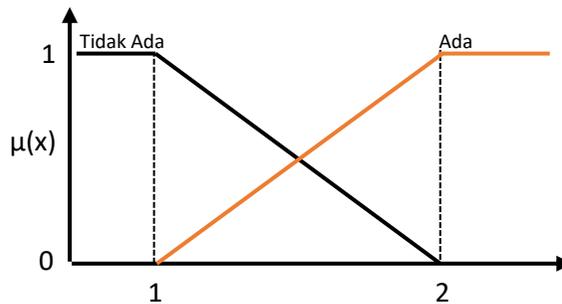
$$\mu_{Cukup Mampu}(x) \begin{cases} 1 & ; 750.000 \leq x \leq 900.000 \\ \frac{x-700.000}{750.000-700.000} & ; 700.000 < x < 750.000 \\ \frac{1.000.000-x}{1.000.000-900.000} & ; 900.000 < x < 1.000.000 \\ 0 & ; x \leq 700.000 \text{ atau } x \geq 1.000.000 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{Mampu}(x) \begin{cases} 1 & ; 1.000.000 \leq x \leq 1.500.000 \\ \frac{x-900.000}{1.000.000-900.000} & ; 900.000 < x < 1.000.000 \\ \frac{1.750.000-x}{1.750.000-1.500.000} & ; 1.500.000 < x < 1.750.000 \\ 0 & ; x \leq 900.000 \text{ atau } x \geq 1.750.000 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{Sangat\ Banyak}(x) \begin{cases} 1 & ; x \geq 1.750.000 \\ \frac{1.750.000-x}{1.750.000-1.500.000} & ; 1.500.000 < x < 1.750.000 \\ 0 & ; x \leq 1.750.000 \end{cases} \quad (11)$$

4. Catatan

Pada variabel Catatan terdapat 2 kategori yaitu Ada dan Tidak Ada.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Variabel Catatan

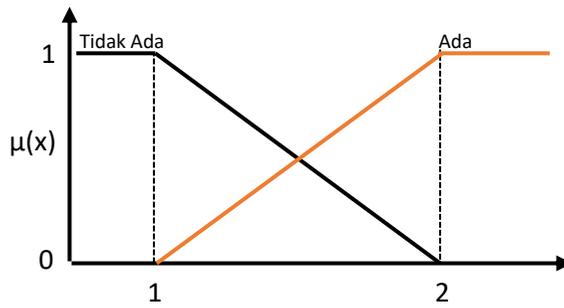
Berdasarkan Gambar 6 persamaan dari himpunan *fuzzy* Catatan ditunjukkan pada persamaan-persamaan untuk setiap kategori sebagai berikut.

$$\mu_{Tidak\ Ada}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{2-x}{2-1} & ; 1 < x < 2 \dots\dots\dots(12) \\ 0 & ; x \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{Ada}(x) \begin{cases} 1 & ; x \geq 2 \\ \frac{x-1}{2-1} & ; 1 < x < 2 \\ 0 & ; x \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots(13)$$

5. Surat Rekomendasi

Pada variabel Surat Rekomendasi terdapat 2 kategori yaitu Ada dan Tidak Ada.



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Variabel Surat Rekomendasi

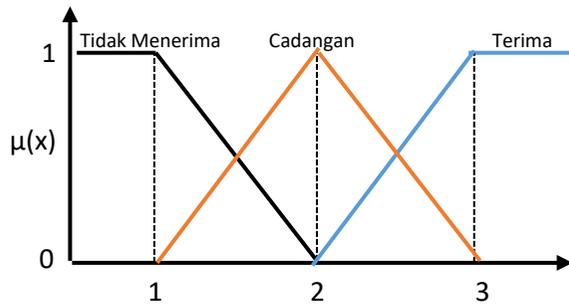
Berdasarkan Gambar 7 persamaan dari himpunan fuzzy Surat Rekomendasi ditunjukkan pada persamaan-persamaan untuk setiap kategori sebagai berikut.

$$\mu_{Tidak\ Ada}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{2-x}{2-1} & ; 1 < x < 2 \\ 0 & ; x \geq 2 \end{cases} \dots\dots\dots(14)$$

$$\mu_{Ada}(x) \begin{cases} 1 & ; x \geq 2 \\ \frac{x-1}{2-1} & ; 1 < x < 2 \\ 0 & ; x \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots(15)$$

6. Status

Variabel Status merupakan variabel *output* pada penelitian ini dengan 3 kategori yaitu Tidak Menerima, Cadangan, dan Terima.



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Variabel Status

Berdasarkan Gambar 8 persamaan dari himpunan *fuzzy* Status ditunjukkan pada persamaan-persamaan untuk setiap kategori sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Tidak Menerima}}(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{2-x}{2-1} & ; 1 < x < 2 \\ 0 & ; x \geq 2 \end{cases} \dots\dots\dots(16)$$

$$\mu_{\text{Cadangan}}(x) \begin{cases} 1 & ; x = 2 \\ \frac{x-1}{2-1} & ; 1 < x < 2 \\ \frac{3-x}{3-2} & ; 2 < x < 3 \\ 0 & ; x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \end{cases} \dots\dots\dots(17)$$

$$\mu_{\text{Terima}}(x) \begin{cases} 1 & ; x \geq 3 \\ \frac{x-2}{3-2} & ; 2 < x < 3 \\ 0 & ; x \leq 2 \end{cases} \dots\dots\dots(18)$$

3.2. Inferensi

Inferensi *fuzzy* adalah proses pengolahan *input* berupa nilai *fuzzy*. Pada tahap ini dilakukan untuk menentukan nilai α -predikat dan nilai Z tiap *rules* dengan menggunakan fungsi implikasi MIN. Hasil perhitungan berdasarkan beberapa data mahasiswa UKI Toraja calon penerima Beasiswa Siangkarang yang diperoleh adalah sebagai berikut.

[R1] IF IPK Rendah(3,8) AND Tanggungan Sedikit(8) AND Pendapatan Kurang Mampu(1.000.000) AND Catatan Tidak Ada(2) AND Surat Rekomendasi Tidak Ada(2) THEN Status Tidak Menerima. (α -predikat₁ = 0 ; Z_1 = 2).

[R18] IF IPK Rendah (3,6) AND Tanggungan Sedang(2) AND Pendapatan Kurang Mampu (250.000) AND Catatan Ada(2) AND Surat Rekomendasi Ada(2) THEN Status Cadangan. (α -predikat₁₉ = 0 ; Z_{19} = 2).

[R80] IF IPK Cukup(3,5) AND Tanggungan Sedikit(8) AND Pendapatan Sangat Mampu(600.000) AND Catatan Ada(2) AND Surat Rekomendasi Tidak Ada(2) THEN Status Tidak Menerima. (α -predikat₈₀=0 ; Z_{80} =2).

[R154] IF IPK Tinggi(3,2) AND Tanggungan Sedang(7) AND Pendapatan Mampu(500.000) AND Catatan Ada(1) AND Surat Rekomendasi Ada(2) THEN Status Terima. (α -predikat₁₅₄=0 ; Z_{154} =2).

[R192] IF IPK Tinggi(3,6) AND Tanggungan Sangat Banyak(11) AND Pendapatan Sangat Mampu(1.000.000) Catatan Ada(1) AND Surat Rekomendasi Tidak Ada(2) THEN Status Tidak Menerima. (α -predikat₁₉₂=0 ; Z_{192} =2).

3.3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan tahap terakhir dalam suatu sistem logika *fuzzy* yang tujuannya adalah untuk mengubah hasil dari tahap inferensi menjadi bilangan real. Pada tahap ini digunakan rumus *weighted average* dengan rumus sebagai berikut.

$$Z = \frac{\sum \alpha\text{-predikat} * Z}{\sum \alpha\text{-predikat}} \dots\dots\dots (19)$$

Dengan menggunakan salah satu data dari calon penerima Beasiswa Siangkarang dengan IPK=3,8; Tanggungan=8; Pendapatan=Rp1.000.000; Catatan=Ada; Surat Rekomendasi=Ada, maka dari rumus tersebut diperoleh:

- a) Jumlah α -predikat; * $Z_i = 6$
- b) Jumlah α -predikat; = 2

$$Z = \frac{\sum \alpha - predikat * Z}{\sum \alpha - predikat} = \frac{6}{2} = 3$$

Jika nilai $Z = 3$, maka derajat keanggotaan pada himpunan *fuzzy* Status adalah:

- a) $\mu_{Tidak Menerima} (3) = 0$
- b) $\mu_{Cadangan} (3) = 0$
- c) $\mu_{Terima} (3) = 1$

Dari hasil perbandingan nilai himpunan *output* di atas, nilai dari himpunan *fuzzy* Terima merupakan nilai yang tertinggi dibandingkan nilai himpunan *fuzzy* Tidak Menerima dan Cadangan. Jadi, status yang diberikan adalah Terima.

3.4. Implementasi

Implementasi merupakan penerapan atau pelaksanaan berdasarkan rencana yang telah disusun secara terperinci. Pada tahap ini dilakukan perancangan aplikasi dengan mengimplementasikan tahap-tahap logika *fuzzy*.

1. Database

Pada tahap ini dibuat *database* untuk menampung setiap data yang diperlukan dari mahasiswa UKI Toraja calon penerima Beasiswa Siangkarang yaitu NIM, Nama, Progd, Fakultas, IPK, Tanggungan, Pendapatan, Catatan, Surat Rekomendasi, dan Status.

2. Tampilan Aplikasi

Pada tahap ini dilakukan desain tampilan dari aplikasi yang akan dibuat. Tampilan desain aplikasi dari Sistem Rekomendasi Penerima Beasiswa Siangkarang UKI Toraja ditunjukkan pada Gambar 9.

Gambar 9 Desain Tampilan Aplikasi Rekomendasi Penerima Beasiswa Siangkaran UKI Toraja

3.5. Pengujian Sistem

Tahap ini dilakukan untuk memastikan setiap fungsi bekerja sesuai dengan baik dan tepat. Hasil seleksi penerima beasiswa yang diputuskan oleh pengelola beasiswa UKI Toraja ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Seleksi Penerima Beasiswa Siangkaran UKI Toraja

No.	IPK	Tanggungan	Penghasilan Orang Tua	Catatan	Surat Rekomendasi	Status
1	3.8	8	1000000	Ada	Ada	Terima
2	3.6	2	250000	Ada	Ada	Terima
3	2.8	4	500000	Ada	Ada	Terima
4	3.5	6	500000	Ada	Ada	Terima
5	3.5	6	500000	Ada	Ada	Terima
6	3.8	8	500000	Ada	Ada	Terima
7	3.5	3	850000	Ada	Ada	Terima
8	3.5	8	600000	Ada	Ada	Terima
9	3.7	4	300000	Ada	Ada	Terima
10	3.3	3	300000	Ada	Ada	Terima

11	3.6	2	500000	Ada	Ada	Terima
12	3.4	4	250000	Tidak	Ada	Tidak Menerima
13	3.2	7	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
14	3.6	11	1000000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
15	3.6	3	1500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
16	3.2	6	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
17	3.2	8	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
18	3.5	3	1000000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
19	3.4	8	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
20	3.4	5	350000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
21	3.6	5	800000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
22	3.7	7	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
23	3.4	8	350000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
24	3.4	5	100000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
25	3.7	7	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
26	3.2	6	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
27	3.5	3	1000000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
28	3.7	5	400000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
29	3.3	9	400000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
30	3.5	4	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima

Kemudian hasil dari pengujian aplikasi sistem rekomendasi penerima Beasiswa Siangkaran UKI Toraja dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

No.	IPK	Tanggungan	Penghasilan Orang Tua	Catatan	Surat Rekomendasi	Status
1	3.8	8	1000000	Ada	Ada	Terima
2	3.6	2	250000	Ada	Ada	Terima
3	2.8	4	500000	Ada	Ada	Terima
4	3.5	6	500000	Ada	Ada	Terima
5	3.5	6	500000	Ada	Ada	Terima
6	3.8	8	500000	Ada	Ada	Terima
7	3.5	3	850000	Ada	Ada	Tidak Menerima
8	3.5	8	600000	Ada	Ada	Terima
9	3.7	4	300000	Ada	Ada	Terima
10	3.3	3	300000	Ada	Ada	Tidak Menerima
11	3.6	2	500000	Ada	Ada	Terima
12	3.4	4	250000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
13	3.2	7	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
14	3.6	11	1000000	Tidak Ada	Ada	Terima
15	3.6	3	1500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
16	3.2	6	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
17	3.2	8	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
18	3.5	3	1000000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
19	3.4	8	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
20	3.4	5	350000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima

21	3.6	5	800000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
22	3.7	7	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
23	3.4	8	350000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
24	3.4	5	100000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
25	3.7	7	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
26	3.2	6	500000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
27	3.5	3	1000000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
28	3.7	5	400000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
29	3.3	9	400000	Tidak Ada	Ada	Tidak Menerima
30	3.5	4	500000	Tidak Ada	Ada	Terima

Setelah diperoleh hasil pengolahan data dari pihak pengelola beasiswa UKI Toraja dan sistem menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*, selanjutnya dilakukan uji akurasi sistem dengan melakukan perbandingan hasil pengelola beasiswa UKI Toraja dan sistem metode Tsukamoto yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Hasil

No.	Hasil dari Pengelola Beasiswa UKI Toraja	Hasil dengan menggunakan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>
1	Terima	Terima
2	Terima	Terima
3	Terima	Terima
4	Terima	Terima
5	Terima	Terima
6	Terima	Terima

7	Terima	Tidak Menerima
8	Terima	Terima
9	Terima	Terima
10	Terima	Tidak Menerima
11	Terima	Terima
12	Tidak Menerima	Tidak Menerima
13	Tidak Menerima	Tidak Menerima
14	Tidak Menerima	Terima
15	Tidak Menerima	Tidak Menerima
16	Tidak Menerima	Tidak Menerima
17	Tidak Menerima	Tidak Menerima
18	Tidak Menerima	Tidak Menerima
19	Tidak Menerima	Tidak Menerima
20	Tidak Menerima	Tidak Menerima
21	Tidak Menerima	Tidak Menerima
22	Tidak Menerima	Tidak Menerima
23	Tidak Menerima	Tidak Menerima
24	Tidak Menerima	Tidak Menerima
25	Tidak Menerima	Tidak Menerima
26	Tidak Menerima	Tidak Menerima
27	Tidak Menerima	Tidak Menerima
28	Tidak Menerima	Tidak Menerima
29	Tidak Menerima	Tidak Menerima
30	Tidak Menerima	Terima

Dari tabel perbandingan terdapat 4 hasil yang tidak cocok dari 30 data. Maka akurasi dari sistem yang menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{(30 - 4)}{30} * 100\% = 86\%$$

Dari hasil perhitungan akurasi tersebut didapatkan hasil yaitu 86%.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat digunakan dalam proses seleksi penerima Beasiswa Siangkaran UKI Toraja dengan hasil uji akurasi sebesar 86% yang dapat dikatakan tingkat akurasi yang didapat bernilai tinggi.

Saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sistem dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem yang dinamis sehingga dapat mengolah dan mengedit basis pengetahuan dari sistem ini untuk mendapatkan hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Zuwida, "Tinjauan Pemanfaatan Pemberian Beasiswa Bantuan Khusus Murid (BKM) Pada Siswa SMK Negeri 1 Pariaman," *Cived ISSN 2302-3341*, vol. 2, no. 3, pp. 389–394, 2014.
- [2] A.-J. M. Shiddiq, "Pendidikan di Indonesia: Masalah dan Solusinya," *Cendekia J. Kependidikan dan Kemasyarakatan*, vol. 1, no. 1, p. 41, 2016.
- [3] E. Murniasih, "Buku Pintar Beasiswa," 2009.
- [4] H. Irmayanti, "Employee Recruitment with Fuzzy Tsukamoto Algorithm," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 407, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/407/1/012162.
- [5] A. M. Abdul *et al.*, "Seleksi Calon Karyawan menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun. (SENTIKA)*, Yogyakarta, vol. 2016, no. Sentika, pp. 18–19, 2016, doi: 10.13140/RG.2.1.4079.1448.
- [6] A. A. Syahidi, F. Biabdillah, and F. A. Bachtiar, "Perancangan dan Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) Metode Tsukamoto pada Penentuan Penghuni Asrama," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, p. 55, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019611228.
- [7] R. Munir, "Pengantar Logika Fuzzy," *Tek. Inform. - STEI ITB*, p. 95, 2007.
- [8] R. G. Suryati, M. Ricky Hikmawan, "Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Beasiswa Di Politeknik Negeri Sriwijaya Menggunakan Metode Fuzzy Logic Tsukamoto," *J. Ilm. Inform. Glob.*, vol. 7, no. 1, pp. 4–31, 2016, [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/1432/>.
- [9] S. Russel and P. Norvig, *Artificial Intelligence, A Modern Approach (Third Edition)*, vol. 56, no. 1. 2010.

- [10] M. Zeebaree and M. Aqel, "A Comparison Study between Intelligent Decision Support Systems and Decision Support Systems," no. August, 2019.
- [11] I. K. Dwi and G. Supartha, "Jurusan Pada Smk Kertha Wisata Denpasar," vol. 3, pp. 64–69, 2014.
- [12] T. Pramita, "Analisis Inferensi Fuzzy Tsukamoto dalam Menilai Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Dosen," no. July 2020, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.16088.72969.
- [13] R. Akbar and S. 'Uyun, "Penentuan Bantuan Siswa Miskin Menggunakan Fuzzy Tsukamoto Dengan Perbandingan Rule Pakar dan Decision Tree (Studi Kasus : SDN 37 Bengkulu Selatan)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 4, p. 651, 2021, doi: 10.25126/jtiik.0813191.
- [14] K. Barclay and J. Savage, "Object-Oriented Design with UML and Java," in *Computer*, Oxford : Butterworth-Heinemann. 2004, 2004, pp. 1–18.