

## PENERAPAN FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN BANTUAN SISWA MISKIN (BSM)

**Oktommy**

Program Studi Sistem Informasi, STMIK Dharma Wacana Metro

Jl.Kenanga No.3, Mulyojati 16c Metro Barat, Metro, Lampung  
oktommy09@gmail.com

**Abstrak** : Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem penunjang keputusan pada UPTD Sekolah Dasar Negeri 1 Negara Batin. Masalah yang terjadi ada ketidakseimbangan antara siswa prestasi mendapat BSM dengan siswa berprestasi dan miskin yang tidak mendapat BSM, alokasi waktu dalam menunggu hasil penentuan dan keterbatasan informasi sekolah dalam mengolah kelayangan siswa mendapat BSM. Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif bersifat deskriptif menggunakan analisis proses dengan hasil konsep perhitungan persentas. Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu Studi literature, Observasi dan wawancara yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara pengumpul data dengan narasumber / sumber data. Analisis yang dilakukan mencakup analisis sistem berdasarkan Miles & Huberman dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam penyajian data. Terdapat 5 kriteria yang digunakan yaitu nama siswa dengan atau tidak berdasarkan Kartu Perlindungan Sosial (KPS), nilai rata-rata raport semester, penghasilan orang tua dan tanggungan orang tua. Diperolehnya hasil akhir dari penilaian siswa menggunakan metode Tsukamoto sebagai siswa yang berhak dan layak menerima bantuan siswa miskin (BSM). Maka analisis hasil dari pengujian 110 data siswa yang telah diklasifikasi menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* diperoleh sebesar 92%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Metode *Fuzzy Tsukamoto* mempunyai tingkat akurasi tinggi sehingga mampu dalam menyeleksi serta mencari nilai bobot penentuan Bantuan Siswa Miskin (BSM).

**Kata Kunci** : Bantuan Siswa Miskin (BSM), Metode *Fuzzy Tsukamoto*

**Abstract:** *This study aimed to design a decision support system at UPTD SD Negeri 1 Negara Batin. The problems are an imbalance between high achieving students receiving BSM and poor achieving students who do not receive BSM, time allocation for the determination results and limited school information. This study uses descriptive qualitative research and using process analysis with the results of the percentage calculation concept. The data collection methods used literature studies, observations and interviews. The analysis carried out includes system analysis based on Miles & Huberman with the Fuzzy Tsukamoto's method in presenting data. There are 5 criteria used, namely the Social Protection Card (KPS), average report semester, parents' income and parents' dependents. The stages of this research began with data reduction, presenting data and analysis result. Then, in presenting the data Fuzzy Tsukamoto's Method used 3 Stages. They are fuzzification, the application of implications and defuzzification. Finally, the conclusion of the results from testing 110 student data that has been classified using Fuzzy Tsukamoto is obtained by 92%. So it can be concluded that the Fuzzy Tsukamoto's Method has a high level of accuracy so that it is able to select and find the weight value for determining BSM.*

**Keywords:** *Poor Student Assistance (BSM), Fuzzy Tsukamoto's Method*

## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu bidang yang sangat penting dalam kesejahteraan sebuah kewarganegaraan terutama di Negara Indonesia. Sebagai daya upaya tersebut, seperti yang di tuangkan dalam Undang-Undang Dasar 1945 pasal 31 (1) bahwa tiap-tiap warga Negara berhak mendapatkan pengajaran. Pada kenyataannya jumlah data anak putus sekolah di Indonesia dalam jangka waktu antara tahun 2016 sampai dengan 2021 berdasarkan laporan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) tahun 2022 menurut databoks menunjukkan, ada 75.303 orang anak putus sekolah pada tahun 2021. Jumlah data tertinggi anak yang putus sekolah merupakan anak di tingkat sekolah dasar (SD) sebanyak 38.716 orang. Sedangkan total ada 44.516 orang anak yang putus sekolah di tingkat SD tahun 2020. Jumlah tersebut menurun 13,02% dari tahun sebelumnya. Sehingga dalam memperoleh pendidikan terdapat kendala yang dihadapi oleh sebagian orang dengan latar belakang ekonomi yang kurang mampu, salah satunya yaitu biaya pendidikan yang semakin mahal.

Sebuah lembaga pendidikan khususnya sekolah dasar banyak sekali bantuan yang di tawarkan kepada siswa berprestasi dan kurang mampu. Salah satu program kebijakan pemerintah untuk memberikan pelayanan di bidang pendidikan adalah Bantuan Siswa Miskin (BSM). BSM menyediakan pendanaan berupa biaya operasional bagi penduduk miskin agar dapat memenuhi kebutuhan biaya pendidikan. Akan tetapi, pemberian bantuan tersebut harus tepat sasaran

kepada penerima yang layak dan berhak yaitu siswa miskin dan tidak mampu.

Sejak tahun 2015 sebagai penyempurna dari program bantuan siswa miskin (BSM) sebelumnya pemerintah menggalakkan Program Indonesia Pintar (PIP). Dengan demikian Pemerintah mewujudkan program Bantuan Siswa Miskin dengan pemberian Kartu Indonesia Pintar (KIP) yang nantinya dapat digunakan untuk mendapatkan bantuan dari pemerintah.

Penelitian ini mengambil sumber data di UPTD SD Negeri 1 Negara Batin. UPTD SD Negeri 1 Negara Batin merupakan salah satu sekolah yang mendapatkan BSM. Namun, berdasarkan hasil observasi pada sekolah terkait bantuan tersebut masih ditemukan beberapa permasalahan antara lain yaitu, pertama adanya sebuah ketidakseimbangan antara siswa berprestasi yang mendapat BSM dengan siswa berprestasi dan miskin yang tidak mendapat BSM dikarenakan hasil informasi secara independen melalui pemerintahan.

Sehingga dipertanyakannya kecocokan siswa yang mendapat BSM. Kedua, permasalahan berdasarkan alokasi waktu. Dimana sekolah harus menunggu hasil keputusan dari pusat. Oleh karena itu sekolah membutuhkan sistem tersendiri untuk mengetahui kelayakan dan keakuratan siswa yang mendapat BSM dengan menyaring terlebih dahulu data-data yang telah di tentukan. Ketiga, keterbatasan informasi untuk mengolah kelayakan siswa yang mendapat BSM berdasarkan hanya terkumpulan informasi secara dokumen seperti yakni Kartu Perlindungan Sosial (KPS) tanpa adanya survey langsung secara nyata

kerumah tujuan. Sehingga dapat dipertanyakannya keabsahan mengenai kelayakan siswa yang mendapat BSM. Berdasarkan dari permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat menangani, mudah dimengerti, fleksibel dan mengelola dengan tepat dan akurat sesuai dengan target yang diharapkan. Banyak metode yang dapat menangani proses dalam menentukan jumlah penerima BSM diantaranya adalah metode *Fuzzy*.

Berdasarkan permasalahan tersebut dalam proses penentu BSM dalam suatu lembaga pendidikan terutamanya di UPTD SD Negeri 1 Negara Batin. Dapat di selesaikan dengan menggunakan berbagai metode fuzzy, salah satunya adalah metode *Fuzzy Tsukamoto*. *Fuzzy Tsukamoto* merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan dalam membangun suatu sistem sebagai bentuk penyelesaian sebuah permasalahan berdasarkan kriteria yang sudah di tentukan dengan aturan yang sudah di tetapkan, berfokus pada kecepatan akurasi sehingga menghasilkan nilai keluaran total yang tepat, selain itu sifatnya juga fleksibel dan tingkat toleransinya tinggi serta dapat diterima oleh banyak pihak. Metode ini dipilih karena metode ini menentukan nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif, dalam hal ini alternatif yang dimaksud adalah yang berhak menerima beasiswa berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan.

Penerapan *Fuzzy Tsukamoto* telah banyak dilakukan penelitian sebagai sebuah metode berupa penentuan BSM. Adapun penelitian terkait mengenai penerapan fuzzy tsukamoto diantaranya diteliti oleh Edi Fajar (2018) yang berjudul "Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Pendukung

Keputusan BSM". Penelitian tersebut bertujuan menghasilkan rancangan sistem aplikasi yang dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan pemberian BSM. Daftar kriteria-kriteria diolah dalam penelitian tersebut yakni penghasilan orangtua, jumlah tanggungan orangtua, nilai rata-rata raport, dan Surat Keterangan Tidak Mampu (SKTM). Hasil dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa logika *Fuzzy* dengan metode *mamdani* dalam merancang aplikasi memberikan kemudahan dan membantu pihak sekolah khususnya di SD Negeri 106 Pinceng Pute dalam proses pemberian BSM.

Berikutnya penelitian yang serupa, Gigih dan Yeremia (2019) dalam penelitiannya yang berjudul, "Model Pendukung Keputusan BSM Sekolah Menengah Kejuruan Kabupaten Magelang dengan metode Fuzzy". Penelitian tersebut menggunakan 3 variabel atau kriteria yaitu variabel gaji orang tua, variabel tanggungan orang tua, dan variabel nilai siswa. Akhir dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan algoritma fuzzy, dapat diketahui siapa sajakah siswa yang benar-benar layak untuk menerima BSM dan memudahkan para Guru untuk mengetahui kategori siswa yang membutuhkan bantuan siswa miskin dan tidak. Sehingga pemberian bantuan siswa miskin lebih efektif dan akurat.

Pada penelitian yang lain, Fitria (2018) membahas tentang penerapan logika *fuzzy* untuk rekomendasi pemilihan siswa penerima BSM dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan yaitu berdasarkan kartu perlindungan sosial (KPS), nilai raport, tanggungan, dan penghasilan orang tua. Penelitian tersebut menggunakan perbandingan beberapa metode dalam menerapkan proses pemilihan siswa penerima BSM yaitu metode *Fuzzy*

*Tsukamoto* dan *Metode Mamdani*, yang menghasilkan keakuratan presentase 94.57% pada metode *Fuzzy Tsukamoto* dan 85.87% pada *Metode Mamdani*. Dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Tsukamoto* lebih baik daripada metode *Mamdani* dalam proses pemilihan siswa penerima BSM.

Berdasarkan penjelasan dari penelitian sebelumnya di atas, penelitian ini dilakukan di salah satu Sekolah Dasar tepatnya di UPTD SD Negeri 1 Negara Batin untuk menentukan bantuan siswa dengan menggunakan beberapa kriteria dan dianalisis dengan metode fuzzy Tsukamoto menggunakan Pohon Keputusan (*Decision Tree*) agar hasil output yang ditentukan lebih baik.

Pada penelitian ini, *Decision Tree* digunakan untuk membuat rule dengan bantuan tools WEKA untuk memprediksi jumlah penentu penerima BSM dengan menggunakan metode pengambil keputusan *Fuzzy Tsukamoto*. Data yang digunakan meliputi kartu perlindungan sosial, nilai rata-rata rapor, tanggungan, dan penghasilan orang tua.

## KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### **Fuzzy**

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing yang diperkenalkan pertama kali oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Elemen dasar pada logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy dan peranan derajat keanggotaan. Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input menuju ruang output. Kotak hitam tersebut berisi metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input

menjadi output dalam bentuk informasi yang baik.

### **Fuzzy Tsukamoto**

Metode fuzzy tsukamoto merupakan metode sistem pengambil keputusan yang menggunakan aturan atau rule berbentuk 'sebab-akibat' atau 'if-then'. Pada metode *Tsukamoto*, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk *IF...THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton, kemudian hasilnya dapat berupa keluaran hasil inferensi dari aturan yang telah ditentukan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*firestrength*) sehingga hasil akhir dapat diperoleh menggunakan rata-rata terbobot.

Bentuk model fuzzy Tsukamoto adalah:

**IF (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C)**

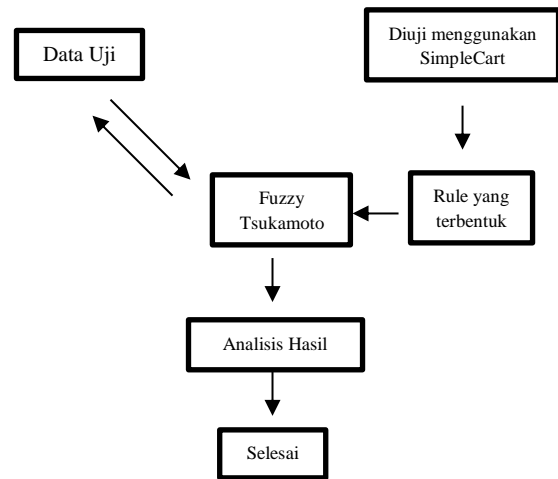
Dimana A, B dan C adalah himpunan fuzzy.

Dalam inferensinya, metode tsukamoto menggunakan tahapan berikut:

1. Fuzzifikasi
2. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy  
(Rule dalam bentuk *IF....THEN*)
3. Mesin inferensi  
Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai  $\alpha$ -predikat tiap-tiap rule ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ ) Kemudian masing-masing nilai  $\alpha$ -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ( $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ )
4. Defuzzifikasi  
Menggunakan metode rata-rata (Average)

### **Bantuan Siswa Miskin (BSM)**

Program Bantuan Siswa Miskin (BSM) dinaungi oleh departemen pendidikan dan departemen agama yang penyalurannya, penggunaan dan pertanggungjawabannya dilaksanakan secara terpadu oleh pihak terkait dari menteri hingga kepala sekolah atau madrasah pada sekolah-sekolah yang menerima BSM. Pemberian bantuan BSM memiliki tujuan yaitu untuk memberikan layanan pendidikan bagi penduduk miskin untuk dapat memenuhi biaya kebutuhan di bidang pendidikan agar siswa yang orang tuanya tidak mampu atau miskin tetap

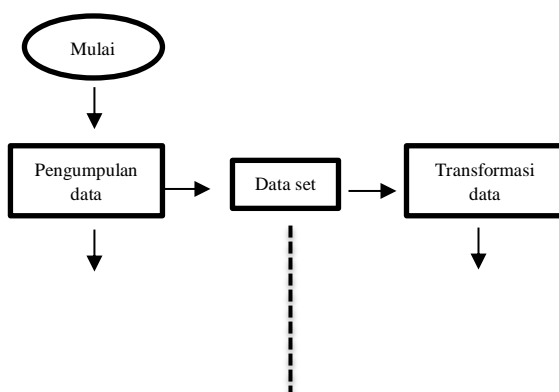


**Gambar 1 Alur Penelitian**

## METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dimana penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis proses dan makna lebih di tonjolkan dalam penelitian kualitatif. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan aturan standarisasi kelayakan pemberian BSM di UPTD SD Negeri 1 Negara Batin. Tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan suatu data atau informasi yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu: studi literatur, observasi dan wawancara.

Berikut adalah Tahapan-tahapan teknik analisi data yang dilakukan dalam penentuan bantuan siswa miskin (BSM) menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* di UPTD SD Negeri 1 Negara Batin yang dapat dilihat pada alur penelitian Gambar 1 berikut:



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan gambar 1 diatas, alur penelitian terhadap sistem rekomendasi pemilihan siswa penerima bantuan siswa miskin (BSM) dengan menerapkan logika *fuzzy* metode *Tsukamoto* akan dikembangkan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

### Langkah 1:

#### ***Pengumpulan dan Penentuan Data Set***

Pengumpulan data telah diperoleh dari UPTD SD Negeri 1 Negara Batin. Adapun kriteria terkait untuk proses pemilihan siswa penerima bantuan siswa miskin (BSM) dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* yaitu dengan menggunakan data kartu perlindungan sosial (KPS), nilai Rata-Rata Raport, tanggungan, dan penghasilan orang tua dan output berupa Bantuan Siswa Miskin (BSM).

### Langkah 2: Tranformasi data

Proses perubahan data berupa kriteria *output* BSM dari data bernilai numerik menjadi himpunan *fuzzy* sehingga menghasilkan kriteria nilai batasan.

### Langkah 3:



### Membuat *Decision Tree* dengan *Software Weka*

Membuat rule dengan *Decision tree* menggunakan bantuan tools *WEKA* yaitu dengan cara meng-generate semua dataset kriteria yang telah dilakukan transformasi data berupa kartu perlindungan sosial, nilai rata-rata *raport*, tanggungan, penghasilan orang tua dan *output* berupa bantuan siswa miskin. Kemudian dataset diproses dengan menggunakan metode *Decision Tree* untuk mengkontruksi pohon keputusan, sehingga dari data pelatihan tersebut terbentuknya klasifikasi aturan. Aturan yang terbentuk dari *software WEKA* adalah *If.... And.... Then....*

Berikut hasil aturan pohon keputusan yang dihasilkan menggunakan *Decision Tree* dapat dilihat pada gambar 2:

```
Tanggungan <= 3: TIDAK (72.0/3.0)
Tanggungan > 3
| Penghasilan Orang Tua <= 2250000: DAPAT (33.0)
| Penghasilan Orang Tua > 2250000
| | Nilai Rata-Rata Raport <= 86: DAPAT (3.0/1.0)
| | Nilai Rata-Rata Raport > 86: TIDAK (2.0)

Number of Leaves : 4
Size of the tree : 7
```

**Gambar 2 Aturan Cart**

Berdasarkan gambar 2, dengan aturan pembentukan *Decision Tree* maka dapat diperoleh nilai batasan yang terbentuk dari aturan yang dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1 Nilai Batasan**

Jenis	Kriteria	Himpunan Fuzzy	Nilai Batasan
Input	Tanggungan	Sedikit	< 3
		Sedang	3>=5
		Banyak	>5
	Rata-rata Nilai Raport	Rendah	<86
		Tinggi	>=86
	Penghasilan Orangtua	Kecil	<2250000
Besar		>=2250000	

### Langkah 4: Pembentukan *Rule*

Berdasarkan tabel 1 diatas, mengenai nilai batasan yang digunakan maka selanjutnya melakukan pembentukan *rule Decision Tree* berdasarkan kriteria yang telah ditentukan seperti terlihat pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2 Rule Decision Tree**

Rule	Kondisi
R1	<i>IF</i> Tanggungan Sedang <i>AND</i> Nilai Rata-Rata Raport Tinggi <i>AND</i> Penghasilan Orangtua Besar <i>THEN</i> BSM Tidak Dapat.
R2	<i>IF</i> Tanggungan Sedang <i>AND</i> Rata-rata Nilai Raport Tinggi <i>AND</i> Penghasilan Orangtua Kecil <i>THEN</i> BSM Dapat.
R3	<i>IF</i> Tanggungan Sedang <i>AND</i> Rata-rata Nilai Raport Rendah <i>AND</i> Penghasilan Orangtua Kecil <i>THEN</i> BSM Tidak Dapat.
R4	<i>IF</i> Tanggungan Sedikit <i>AND</i> Nilai Rata-Rata Raport Tinggi <i>AND</i> Gaji Orang Tua Besar <i>THEN</i> BSM Tidak Dapat.

Tabel 2 diatas menghasilkan 4 (empat) *rule* yang terbentuk dari kriteria yang telah ditentukan berdasarkan *Decision Tree* menggunakan tools *WEKA*

### Langkah 5: Fuzzifikasi Menentukan Kriteria Himpunan Keanggotaan

Berikut adalah masing-masing kriteria dan himpunan *fuzzy* yang digunakan dalam pemilihan siswa penerima bantuan siswa miskin (BSM) dengan metode Tsukamoto berdasarkan tools *WEKA* dapat dilihat pada tabel 3:

**Tabel 3**

**Kriteria Himpunan Fuzzy yang akan digunakan**

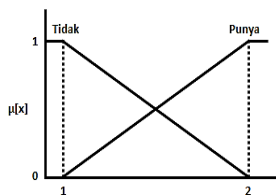
Jenis	Kriteria	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	
Input	KPS	Tidak Punya	[1	2]
		Tanggungan	[1	3]
	Sedang	[1	5]	

	Nilai Rata-rata Raport	Banyak	[3	5]
		Rendah	[75	82.5]
		Sedang	[75	90]
	Tinggi	[82.5	90]	
Penghasilan Orang tua	Kecil	1015000	3007500	
	Sedang	1015000	5000000	
	Besar	3007500	5000000	
Output	BSM	Tidak dapat dapat	[1	2]

Setelah dilakukan pengklasifikasian kriteria himpunan *fuzzy* seperti yang telah dibuat dalam tabel 3. Langkah selanjutnya menentukan kriteria yang akan digunakan dalam pembuatan kurva proses *fuzzifikasi* berupa kurva linier naik, turun dan segitiga. Pada penelitian ini ada 4 kriteria *input* dan 1 kriteria *output* yang akandi modelkan, yaitu:

### a) Kriteria KPS (Kartu Perlindungan Sosial)

Pada kriteria KPS terdiri atas 2 himpunan *fuzzy* yaitu Tidak dan Punya dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier berbentuk turun dan naik. Sehingga Kurva keanggotaan untuk Kepemilikan KPS ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan kriteria KPS

Berdasarkan gambar 2.3 fungsi keanggotaan KPS maka dapat di jelaskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{KPS-Tidak}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{2-x}{2-1} & ; 1 \leq x \leq 2 \\ 0 & ; x \geq 2 \end{cases}$$

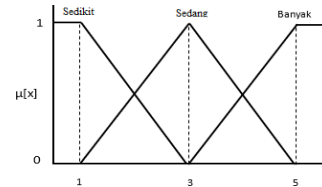
$$\mu_{\text{KPS-Punya}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1 \\ \frac{x-1}{2-1} & ; 1 \leq x \leq 2 \\ 1 & ; x \geq 2 \end{cases}$$

### b) Kriteria Tanggungan

Pada kriteria Tanggungan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu, Sedikit, Sedang dan

Banyak dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier berbentuk turun dan naik.

Berdasarkan dari tabel 3 maka model fungsi keanggotaan Tanggungan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan kriteria Tanggungan

Berdasarkan gambar 4 fungsi keanggotaan KPS maka dapat di jelaskan sebagai berikut:

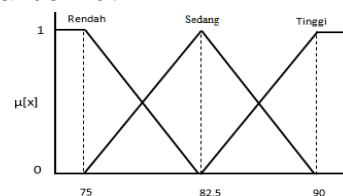
$$\mu_{\text{Tanggungan-Sedikit}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{3-x}{3-1} & ; 1 \leq x \leq 3 \\ 0 & ; x \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tanggungan-sedang}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x = 1 \\ \frac{x-1}{3-1} & ; 1 \leq x \leq 3 \\ \frac{5-x}{5-3} & ; 3 \leq x \leq 5 \\ 0 & ; 3 \leq 1 \text{ atau } x \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tanggungan-Banyak}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \geq 5 \\ \frac{x-3}{5-1} & ; 3 \leq x \leq 5 \\ 0 & ; x \leq 3 \end{cases}$$

### c) Kriteria Nilai Rata-Rata Raport

Pada kriteria Nilai Rata-Rata Raport terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu rendah, sedang dan tinggi dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier berbentuk turun dan naik Berdasarkan dari tabel 3 maka model fungsi keanggotaan Nilai Rata-Rata Raport dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 5 Fungsi Keanggotaan kriteria Nilai Rata-Rata Raport**

Berdasarkan gambar 5 fungsi keanggotaan Nilai Rata-Rata Raport maka dapat di jelaskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Nilai Raport-Rendah}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 75 \\ \frac{82.5-x}{82.5-75} & ; 75 \leq x \leq 82.5 \\ 0 & ; x \geq 82.5 \end{cases}$$

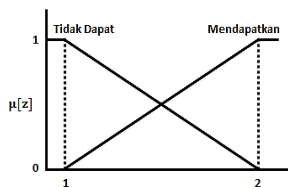
$$\mu_{\text{Nilai Raport-sedang}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x = 82.5 \\ \frac{x-75}{82.5-75} & ; 75 \leq x \leq 82.5 \\ \frac{90-x}{90-82.5} & : 82.5 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; x \leq 75 \text{ atau } x \geq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Nilai Raport-Tinggi}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \geq 90 \\ \frac{x-82.5}{90-82.5} & ; 82.5 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; x \leq 82.5 \end{cases}$$

**d) Kriteria Penghasilan Orang Tua**

Pada kriteria Penghasilan Orang Tua terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu kecil, sedang dan besar dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier berbentuk turun dan naik.

Berdasarkan dari tabel 3 maka model fungsi keanggotaan Penghasilan Orang Tua dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 6 Fungsi Keanggotaan kriteria Penghasilan Orang Tua**

Berdasarkan gambar 6 fungsi keanggotaan Penghasilan Orang Tua maka dapat di jelaskan sebagai berikut:

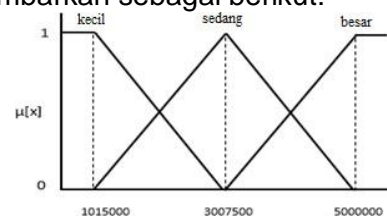
$$\mu_{\text{penghasilan Orang Tua-kecil}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1.015.000 \\ \frac{3.007.500 - x}{3.007.500 - 1.015.000} & ; 1.015.000 \leq x \leq 3.007.500 \\ 0 & ; x \geq 3.007.500 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Nilai Penghasilan Orangtua-sedang}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1.015.000 \text{ atau } x \geq 5.000.000 \\ \frac{x-1.015.000}{3.007.500-1.015.000} & ; 1.015.000 \leq x \leq 3.007.500 \\ \frac{5.000.000-x}{5.000.000-3.007.500} & : 3.007.500 \leq x \leq 5.000.000 \\ 1 & ; x = 3.007.500 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Nilai Penghasilan Orangtua-Besar}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3.007.500 \\ \frac{x - 3.007.500}{5.000.000 - 3.007.500} & ; 3.007.500 \leq x \leq 5.000.000 \\ 1 & ; x \geq 5.000.000 \end{cases}$$

**e) Kriteria BSM (Bantuan Siswa Miskin)**

Pada kriteria BSM terdiri atas 2 himpunan *fuzzy* yaitu, dapat dan tidak dapat dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier berbentuk turun dan naik. Berdasarkan dari tabel 3 maka model fungsi keanggotaan BSM dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 7 Fungsi Keanggotaan kriteria BSM**

Berdasarkan gambar 7 fungsi keanggotaan KPS maka dapat di jelaskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{BSM-Tidak Dapat}} [z] = \begin{cases} 1 & ; z \leq 1 \\ \frac{2-z}{2-1} & ; 1 \leq z \leq 2 \\ 0 & ; z \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{BSM-Mendapatkan}} [z] = \begin{cases} 0 & ; z \leq 1 \\ \frac{z-1}{2-1} & ; 1 \leq z \leq 2 \\ 1 & ; z \geq 2 \end{cases}$$

Berikut ini tahapan rules yang ditetapkan dalam melakukan perhitungan manual. Perhitungan menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* dengan *rule* yang terbentuk menggunakan *Decision Tree Simple Cart* sebagai berikut:



- a. Jika diketahui besaran penghasilan orang tua sebesar [3500000], maka:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Penghasilan Orang Tua_Kecil}}(3.500.000) &= 0 \\ \mu_{\text{Penghasilan Orang Tua_Sedang}}(3.500.000) &= \\ \frac{5.000.000-3.500.000}{5.000.000-3.007.500} &= \frac{1.500.000}{1.992.500} = 0,752 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Penghasilan Orang Tua_Besar}}(3.500.000) &= \\ \frac{3.500.000-3.007.500}{5.000.000-3.007.500} &= \frac{492.500}{1.992.500} = 0,247 \end{aligned}$$

- b. Jika diketahui KPS [1], maka:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{KPS-Tidak}}[2] &= 1 \\ \mu_{\text{KPS-Punya}}[2] &= 0 \end{aligned}$$

- c. Jika diketahui banyaknya tanggungan sebanyak [2], maka:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Tanggungan-Sedikit}}[2] &= 0 \\ \mu_{\text{Tanggungan-sedang}}[2] &= \frac{2-1}{3-1} = \frac{1}{2} = 0,5 \\ \mu_{\text{Tanggungan-Banyak}}[2] &= 0 \end{aligned}$$

- d. Jika diketahui besarnya Nilai Rata-Rata Raport [78], maka:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Nilai Rata-Rata Raport}_{\text{rendah}}}[78] &= \\ = \frac{82,5-78}{82,5-75} = \frac{4,5}{7,5} &= 0,6 \\ \mu_{\text{Nilai Rata-Rata Raport}_{\text{sedang}}}[78] &= \\ = \frac{78-75}{82,5-75} = \frac{3}{7,5} &= 0,4 \\ \mu_{\text{Nilai Rata-Rata Raport}_{\text{tinggi}}}[78] &= 0 \end{aligned}$$

### Langkah 6: Aplikasi Implikasi

Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi MIN, digunakan untuk mencari nilai z pada setiap aturan yang terbentuk menggunakan *decision tree*:

**R1: IF** Tanggungan Sedang **AND** Nilai Rata-Rata Raport Tinggi **AND** Penghasilan Orangtua Besar **THEN** BSM Tidak Dapat.

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \text{Min} (0,5; 0; 0,247) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dalam rule 1 / R1, then BSM tidak dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{2-z}{2-1} &= 0 \\ \frac{2-z}{1} &= 0 \\ 2-z_1 &= 0 \\ z_1 &= 2 \end{aligned}$$

**R2: IF** Tanggungan Banyak **AND** Rata-rata Nilai Raport Tinggi **AND** Penghasilan Orangtua Kecil **THEN** BSM Dapat.

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \text{Min} (0; 0; 0,6) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dalam rule 2 / R2, then BSM Dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{z-1}{2-1} &= 0 \\ \frac{z-1}{1} &= 0 \\ z_2 &= 1 \end{aligned}$$

**R3: IF** Tanggungan Banyak **AND** Rata-rata Nilai Raport Rendah **AND** Penghasilan Orangtua Kecil **THEN** BSM Tidak Dapat.

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= \text{Min} (0; 0,6; 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dalam rule 3 / R3, *Then* BSM tidak dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{2-z}{2-1} &= 0 \\ \frac{2-z}{1} &= 0 \\ 2-z_3 &= 0 \\ z_3 &= 2 \end{aligned}$$

**R4: IF** KPS Tidak **AND** Tanggungan Sedikit **AND** Nilai Rata-Rata Raport Tinggi **AND** Gaji Orang Tua Besar **THEN** BSM Tidak Dapat.

$$\alpha_3 = \text{Min} (1; 0; 0,247)$$

$$= 0$$

Dalam rule 4 / R4, *Then* BSM tidak dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\frac{2 - z}{2 - 1} = 0$$

$$\frac{2 - z}{1} = 0$$

$$2 - z_4 = 0$$

$$z_4 = 2$$

### Langkah 7: Defuzzifikasi

#### Menghitung dengan rata-rata terbobot

Hasil atau output yang diperoleh dengan menggunakan defuzzification rata-rata terbobot menggunakan perhitungan persamaan berikut ini:

$$z = \frac{1,5}{1} = 1,5$$

### Langkah 8: Analisis Hasil

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa jika nilai output kurang dari 1,5 maka output adalah "Tidak Dapat". Sebaliknya, jika nilai output lebih dari 1,5 maka nilai output nya adalah "Mendapatkan".

Pada penelitian ini membahas hasil yang merupakan klasifikasi dari 110 data siswa dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* menggunakan *decision tree*. Sistem melakukan proses perhitungan bantuan siswa miskin (BSM) berdasarkan empat kriteria data masukan yaitu Kartu perlindungan Sosial (KPS), nilai rata-rata Raport, Tanggungan dan Penghasilan Orangtua.

Dari hasil klasifikasi tersebut akan diperhitungkan jumlah data yang merupakan True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN). Dengan keterangan sebagai berikut:

TP: dihitung dari jumlah siswa dapat yang terklasifikasi mendapatkan.

FN: dihitung dari jumlah siswa tidak dapat yang terklasifikasi tidak mendapatkan.

FP: dihitung dari jumlah siswa tidak dapat yang terklasifikasi mendapatkan.

TN: dihitung dari jumlah siswa tidak dapat yang terklasifikasi tidak mendapatkan.

Berikut adalah hasil output BSM dengan menggunakan *rules decision tree* ditunjukkan pada gambar 8:

```

=== Confusion Matrix ===
  a  b  <-- classified as
33  5  |  a = DAPAT
 4 68  |  b = TIDAK
  
```

Gambar 8 Output BSM

Berdasarkan gambar 8 di atas hasil tersebut akan ditunjukkan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7 Hasil Prediksi *Decision Tree*

	Mendapatkan	Tidak Dapat	Jumlah
Mendapatkan	33	5	38
Tidak Dapat	4	68	72
Jumlah	37	73	110

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan pengujian data berjumlah 110 orang siswa dengan masing masing nilai input. Maka, pengujian nilai untuk menentukan akurasi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{33 + 68}{33 + 4 + 68 + 5} \times 100\% = 92\%$$

Berdasarkan persamaan akurasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai akurasi pada perhitungan dengan metode *Fuzzy*

*Tsukamoto* menggunakan *decision tree* dengan berdasarkan 110 data uji diperoleh hasil sebesar 92%

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam penentuan bantuan siswa miskin menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dengan *rule Decision Tree* di UPTD SD Negeri 1 Negara Batin dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Tsukamoto* dengan menggunakan *Decision Tree SimpleCart* merupakan model basis aturan dalam penelitian ini yang berupa pohon keputusan dapat digunakan sebagai perhitungan dan menghasilkan *output* yang lebih tepat. Nilai akurasi yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* menggunakan *decision tree* berdasarkan 75 data uji dengan hasil akhir diperoleh hasil *Decision tree SimpleCart* sebesar 76%. Penentuan bantuan siswa miskin menggunakan *Decision Tree* dapat diambil kesimpulan bahwa metode *Decision Tree SimpleCart* mampu menyeleksi dan mencari nilai bobot yang menghasilkan *output* lebih baik dalam menentukan pemberian bantuan siswa miskin.

## REFERENSI

- [1] Annur, CindyMutia, (2022). *Jumlah anak Putus Sekolah 2016-2021* <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/16/berapa-jumlah-anak-putus-sekolah-di-indonesia>. (Diunduh tanggal 15 Maret 2023)
- [2] Bahri, Syaiful and Lubis, Akhyar. (2020). *Metode Klasifikasi Decision Tree Untuk Memprediksi juara English Premier League*. Jurnal Sintaksis. 2.1. (Diunduh tanggal 3 Maret 2023)
- [3] Bintoro, Gigih Apit and Susetyo, Yeremia Alfa. (2019). *Model Pendukung*

*Keputusan Bantuan Siswa Miskin Sekolah Menengah Kejuruan Kabupaten Magelang Dengan Metode Fuzzy*. Skripsi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. (Diunduh tanggal 2 Maret 2023)

- [4] Caraka, Akbar Ariya. Haryanto, Hanny. Kusumaningrum, Kusumaningrum and Astuti, Setia. (2015). *Logika Fuzzy Menggunakan Metode Tsukamoto untuk Prediksi Perilaku Konsumen di Toko Bangunan*. Journal of Techno.COM. 14.4. (Diunduh tanggal 21 April 2023)
- [5] Daihani, Dadan Umar. (2011). *Komputerisasi Pengambilan Keputusan Berbasis Komputer*. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
- [6] Fajar, Edi. (2018). *Penerapan Logika fuzzy Pada Sistem Pendukung Keputusan Bantuan Siswa Miskin (BSM) di SDN 106 Pinceng Pute*. Skripsi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. (Diunduh tanggal 15 Maret 2023)
- [7] Gloria, Putri and Sedyono, Eko. (2022). *Perancangan Sistem Rekomendasi Pemberian Beasiswa Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto*. Journal of Information Technology Ampera. 2.3. (Diunduh tanggal 2 Maret 2023)
- [8] Hariati, M. Wati, and B. Cahyono. (2018). *Penerapan Algoritma C4.5 Decision Tree pada Penentuan Penerima Program Bantuan Pemerintah Daerah Kabupaten Kutai Kartanegara*. Jurti, vol. 2, no. 1, pp. 27–36. (Diunduh tanggal 3 Mei 2023)
- [9] Maryam, Siti. Bu'ulolo, Efori and Hatmi, Edizal. (2021). *Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Mobil Bekas*. Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering. 1.1. (Diunduh tanggal 23 April 2023)
- [10] Maryaningsih, Siswanto, and Mesterjon. (2013). *Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan*

*Keputusan Penerimaan Beasiswa*. Jurnal Media Infotama, 9.1 (Diunduh tanggal 16 April 2023)

[11] Nasrullah, Asmaul Husna. (2021). *Implementasi Algoritma Decision Tree untuk Klasifikasi Produk Laris*. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer. 7 (2). (Di unduh tanggal 25 April 2023)

[12] Parida, Fitria Nur. (2018). *Penerapan Fuzzy Untuk Rekomendasi Pemilihan Siswa Penerima Bantuan Siswa Miskin (BSM)*. Naskah Publikasi Proyek Tugas Akhir Universitas Teknoogi Yogyakarta. (Diunduh tanggal 22 Maret 2023)

[13] Pujiono, Slamet. Amborowati, Armadyah and Suyanto, M. (2013). *Analisis Kepuasan Publik Menggunakan WEKA dalam Mewujudkan Good Dovernance Di Kota Yogyakarta*. Jurnal DASI. 14.2. (Diunduh tanggal 20 Maret 2023)

[14] Ragestu, Fatehson Dendah and Sibarani, Alexander J.P. (2020). *Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Pemilihan Siswa Teladan Di Sekolah*. Journals of TEKNIKA. 9.1. (Diunduh tanggal 15 Maret 2023)

[15] Rijali, Ahmad. (2018). *Analisis Data Kualitatif*. Jurnal Alhadharah. 17.33. (Diunduh tanggal 12 April 2023)

[16] Supriyanti, Wiwit. (2014). *Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa Dengan Metode SAW*. Citec Journal, 1.1. (Diunduh tanggal 15 Maret 2023)

[17] Tundo. (2020). *Prediksi Produksi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Dengan Rule Yang Terbentuk Menggunakan Decision Tree Reptree*. Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika, 9.2 (Diunduh tanggal 5 Maret 2023)

[18] Wahyudi, M. Afdil. Kurnia, Fitria. Iskandar, Iwan and Haerani, Elin. (2022). *Metode Fuzzy Tsukamoto and Analytical Hierarchy Process Untuk Penerima*

*Bantuan Pemerintah*. Jurnal Sains dan informatika 8.12. (Diunduh tanggal 12 Maret 2023)

[19] Widikdo, Reza Prarama. (2022). *Penentuan Penerima Bantuan Peserta Didik Tidak Mampu Di SMP Negeri 9 Batam Menggunakan Fuzzy Inference System (FIS) Metode Mamdani*. Skripsi Universitas Putera Batam. (Diunduh tanggal 28 Maret 2023)

[20] Y. Rosela. (2019). *Implementasi Klasifikasi Decision Tree Menganalisa Status Penjualan Barang Menggunakan C4.5 (Studi Kasus: PT, Matahari Department Store Medan Mall)*. J. Pelita Inform., vol. 18, no. 1, pp. 143–150. (Diunduh tanggal 14 Mei 2023)