

PENERAPAN FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN BANTUAN SISWA MISKIN (BSM) DI UPTD SD NEGERI 1 NEGARA BATIN

Oktommy
STMIK Dharma Wacana Metro

Abstrak

Masalah yang terjadi pada UPTD Sekolah Dasar Negeri 1 Negara Batin adalah adanya 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 kelayakan siswa mendapat BSM. Analisis yang dilakukan mencakup analisis sistem berdasarkan Miles & Huberman dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam penyajian data. Tahapan penelitian ini dimulai dengan Reduksi data yaitu menganalisis output dengan seleksi hasil berupa pengumpulan data, pembersihan data dan transformasi data. Kemudian dalam penyajian data yaitu melakukan pencarian nilai bobot setiap kriteria dari *Fuzzy Tsukamoto* dengan *Decision Tree* dengan 3 Tahapan. Pertama, *fuzzifikasi* yaitu untuk menentukan batasan fungsi himpunan keanggotaan setiap kriteria. Kedua, aplikasi implikasi yaitu menentukan bentuk umum dari aturan (*Rule*). Ketiga, *defuzzifikasi* yaitu tahapan penegasan dengan menggunakan proses *Weighted Average Method* untuk menghasilkan nilai tegas. Berdasarkan data uji dan hasil akhir yang diperoleh *Decision Tree*. 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%.

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

ABSTRACT

The problem that occurs at UPTD State Primary School 1 Negara Batin is the imbalance between high-achieving students who receive BSM and high-achieving and poor students who do not receive BSM, the allocation of time in waiting for the results of the determination and the limited information the school has in processing students' eligibility to receive BSM. The analysis carried out includes system analysis based on Miles & Huberman with the Fuzzy Tsukamoto method in presenting data. This research stage begins with data reduction, namely analyzing the output by selecting results in the form of data collection, data cleaning and data transformation. Then, in presenting the data, search for the weight value of each criterion from Fuzzy Tsukamoto using a Decision Tree with 3 stages. First, fuzzification is to determine the limits of the membership set function for each criterion. Second, the application of implications, namely determining the general form of the rule (Rule). Third, defuzzification, namely the confirmation stage using the Weighted Average Method process to produce a firm value. Based on test data and final results obtained by Decision Tree. The final results were obtained from student assessments using the Tsukamoto method as students who were entitled and worthy of receiving poor student assistance (BSM). So the analysis of the results from testing 110 student data that had been classified using Fuzzy Tsukamoto was obtained at 92%.

Keywords: Poor Student Assistance (BSM), Fuzzy Tsukamoto 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 [1]. 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 [2]. Sehingga dalam memperoleh pendidikan terdapat kendala yang dihadapi oleh sebagian orang dengan letar belakang ekonomi yang kurang mampu, salah satunya yaitu biaya pendidikan yang semakin mahal [3].

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 [4]. 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 [5]. 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 terkumpul 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.

Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti mengembangkan system pendukung keputusan dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto dan Pohon Keputusan (Decision Tree)*. *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 [6][7].

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"[5], Gigih dan Yeremia (2019) dalam penelitiannya yang berjudul, "Model Pendukung Keputusan BSM Sekolah Menengah Kejuruan Kabupaten Magelang dengan metode Fuzzy" [8], Fitria (2018) membahas tentang penerapan logika *fuzzy* untuk rekomendasi pemilihan siswa penerima BSM dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan [4]. Walaupun telah banyak diterapkan dalam penentuan penerima BSM, pengambil keputusan (*decision*) dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat menghasilkan solusi yang tidak layak jika *rule* yang digunakan asal atau tanpa sepengetahuan para pakar

[9]. Selain itu pengambil keputusan logika *Fuzzy* sangat dipengaruhi oleh model aturan yang dibuat.

Pohon Keputusan (*Decision Tree*) adalah salah satu metode praktis dengan mengubah data yang ada pada tabel keputusan menjadi sebuah pohon keputusan dan aturan-aturan (*rule-rule*) [10]. Tujuan dari *Decision Tree* adalah untuk membuat rule secara otomatis dari data yang ada, tanpa harus berkonsultasi dengan ahli pakar untuk membuat rule yang sesuai dengan kriteria yang mempengaruhi proses penentu penerima BSM [9]. Serta sebagai bahan pengetahuan untuk mengetahui dari *Decision Tree* tersebut, mana yang layak digunakan untuk menentukan penerima BSM dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Selain itu, *Decision Tree* akan memunculkan akurasi prosentasi nilai kebenaran dan kesalahan dari data yang diproses menggunakan tools WEKA. WEKA (*Waikato Environment for knowledge analysis*) adalah *tools machine learning* praktis untuk penelitian, pendidikan dan berbagai aplikasi untuk pre-processing data, klasifikasi, regresi, clustering, aturan asosiasi dan visualisasi. WEKA mampu menyelesaikan masalah masalah data mining salah satunya adalah pohon keputusan (*Decision Tree*) [11].

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 [1].

Fuzzy Tsukamoto

Metode fuzzy tsukamoto merupakan metode sistem pengambil keputusan yang menggunakan aturan atau rule berbentuk 'sebab-akibat' atau 'if-then' [12]. Pada metode *Tsukamoto*, setiap konsekuen 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 α -predikat (*firestrength*) sehingga hasil akhir dapat diperoleh menggunakan rata-rata terbobot [13].

Bentuk model fuzzy Tsukamoto adalah:

$$\text{IF (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C)}$$

Dimana A, B dan C adalah himpunan fuzzy.

Dalam inferensinya, metode tsukamoto menggunakan tahapan berikut [14]:

1. Fuzzifikasi
2. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy
(*Rule* dalam bentuk *IF...THEN*)
3. Mesin inferensi
Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) Kemudian masing-masing nilai α -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)

$$Z = \left(\frac{\sum (\alpha * z_i)}{\sum \alpha} \right)$$

Keterangan:

Z = Variabel output

α = Nilai α predikat

z_i = Nilai variabel output

Fungsi implementasi MIN dan proses defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya

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 memperoleh pendidikan [4].

Prioritas penerima program ini memberikan usulannya kepada pihak yang memiliki tanggung jawab yaitu Direktorat teknis yang berdasar pada peraturan peraturan dan Persyaratan yang telah diputuskan sebelumnya, dengan terlebih dahulu melewati proses verifikasi data yang dimilikinya ialah usia 6 hingga 21 tahun. Dengan beberapa kriteria sebagai berikut [6]:

1. Siswa yang menerima BSM 2017 dan juga pemegang KPS;
2. Siswa yang berasal dari keluarga yang mempunyai KPS/KKS/KIP yang belum menerima BSM 2017;
3. Siswa yang berasal dari keluarga yang termasuk kedalam Program Keluarga Harapan non KPS.
4. Siswa yang status orang tuanya tidak lengkap (yatim atau piatu, atau keduanya) dan berasal dari Panti Sosial ataupun Panti Asuhan
5. Siswa yang terlibat kemalangan/bencana alam.
6. Anak yang berusia 6 hingga 21 tahun yang tidak dalam status berpendidikan yang memiliki harapan untuk kembali menempuh pendidikan.
7. Siswa yang keluarganya memiliki perekonomian yang rendah dan memiliki ancaman untuk terjadinya pemutusan sekolah atau siswa yang memiliki persyaratan khusus lain.
8. Peserta pada lembaga kursus atau satuan pendidikan nonformal lainnya.

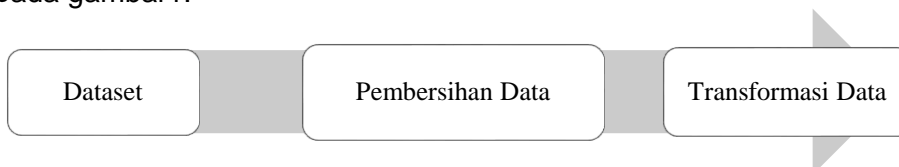
METODE

Tujuan Analisis dilakukan agar mendapatkan makna hubungan variabel-variabel penelitian sehingga dapat di gunakan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam penelitian.

Menurut Miles, Huberman & Saldana (2014), terdapat tiga teknik analisis data kualitatif yaitu reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan [15]. Proses ini berlangsung terus-menerus selama penelitian berlangsung, bahkan sebelum data benar-benar terkumpul. Teknik analisis data kualitatif sebagai berikut:

a. Reduksi Data

Reduksi data adalah teknik dalam bentuk analisis yang menajamkan atau, menggolongkan serta mengarahkan, membuang yang tidak perlu dan mengorganisasi data sedemikian rupa sehingga kesimpulan akhir dapat diambil. Reduksi tidak perlu diartikan sebagai kuantifikasi data. Berikut proses yang harus dilakukan dalam membuat *rule Decision Tree* dapat dilihat pada gambar 1:

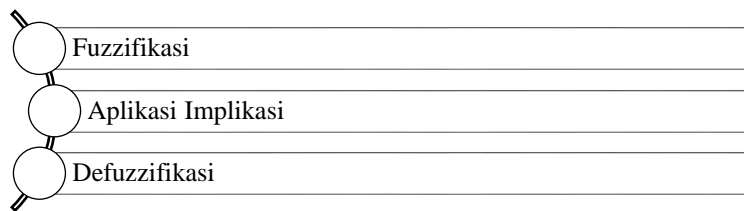


Gambar 1. Proses Pembuatan *Rule Decision Tree*

b. Penyajian Data

Penyajian data adalah kegiatan ketika sekumpulan informasi disusun, sehingga memberi kemungkinan akan adanya penarikan kesimpulan. Bentuk penyajian data kualitatif berupa teks naratif (berbentuk catatan lapangan), matriks, grafik, jaringan dan bagan [4]. Dalam

penelitian ini penyajian data berupa proses penerapan *Fuzzy Tsukamoto*. Penerapan fuzzy Tsukamoto dilakukan setelah pembuatan rule *Decision Tree* terbentuk. Proses yang harus dilakukan pada tahap penyajian data ini dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut [16]:



Gambar 2 Proses *Fuzzy Tsukamoto*

c. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan salah satu teknik data kualitatif yang membahas hasil analisis dan dapat digunakan untuk mengambil tindakan [5]. Dalam teknik penarikan kesimpulan penelitian ini merupakan perhitungan menggunakan *rule Decision Tree* berdasarkan data uji dan hasil akhir yang diperoleh *Decision Tree*. Diperolehnya hasil akhir dari penilaian siswa menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* sebagai siswa yang berhak dan layak menerima bantuan siswa miskin (BSM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

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 (NRR), tanggungan (T), dan penghasilan orang tua (PO) dan output berupa Bantuan Siswa Miskin (BSM) dapat dilihat secara Jelas rincian dari tabel 1.

Tabel 2 Data Set

NM	PO	KPS	T	NRR	BSM
AM	1650000	1	5	84	2
AA	2000000	2	1	87	1
AS AAP	210000	2	3	83	1
DS	1050000	1	4	83	2
IRS	2000000	2	3	83	1
JNL	5000000	1	2	83	1
KEP	2000000	1	2	86	2
KHA	2050000	2	2	86	1
...
TAP	3750000	1	5	90	2
WL	5000000	2	2	85	1
WH	2100000	1	2	88	1

Langkah 2: Tranformasi data

Proses melakukan perubahan data berupa kriteria *output* BSM dari data bernilai numerik menjadi himpunan *fuzzy* sehingga menghasilkan kriteria yang berupa nilai batasan. Berikut ini transformasi dataset yang akan digunakan dalam pembentukan *rule Decision Tree* dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2 Transformasi *Dataset*

Penghasilan Orangtua	KPS	Tanggungjan	Rata-rata Nilai Raport	BSM
1650000	1	5	84	Dapat
2000000	2	1	87	Tidak
210000				Tidak
1050000	1	4	83	Dapat
2000000	2	3	83	Tidak
5000000	1	2	83	Tidak
2000000	1	2	86	Dapat
2050000	2	2	86	Tidak
...
3750000	1	5	90	Dapat
5000000	2	2	85	Tidak
2100000	1	2	88	Tidak

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 3

```
Tanggungjan <= 3: TIDAK (72.0/3.0)
Tanggungjan > 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 3 Aturan *Cart*

Berdasarkan gambar 3, dengan aturan pembentukan *Decision Tree* maka dapat diperoleh nilai batasan yang terbentuk dari aturan yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Batasan

Jenis	Kriteria	Himpunan Fuzzy	Nilai Batasan
<i>Input</i>	Tanggungjan	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 4 diatas, mengenai nilai batasan yang digunakan maka selanjutnya melakukan pembentukan *rule Decision Tree* berdasarkan kriteria yang telah ditentukan seperti terlihat pada Tabel4 berikut:

Tabel 4 *Rule Decision Tree*

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

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

Langkah 5: Fuzzifikasi

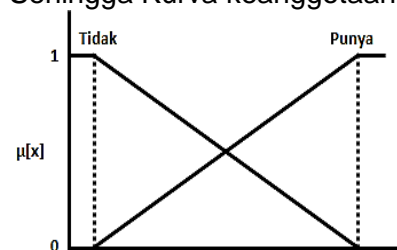
Menentukan Kriteria Himpunan Keanggotaan

Pada tahapan ini digunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam melakukan proses perhitungan inferensi himpunan *fuzzy* yang berupa nilai *crisp*. 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 5:

Tabel 5 Kriteria Himpunan *Fuzzy* yang akan digunakan

Jenis	Kriteria	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	
<i>Input</i>	KPS	Tidak Punya	[1	2]
	Tanggungan	Sedikit	[1	3]
		Sedang	[1	5]
		Banyak	[3	5]
	Nilai Rata-rata Raport	Rendah	[75	82.5]
		Sedang	[75	90]
		Tinggi	[82.5	90]
	Penghasilan Orang tua	Kecil	1015000	3007500
Sedang		1015000	5000000	
Besar		3007500	5000000	
<i>Output</i>	BSM	Tidak dapat dapat	[1	2]

Setelah dilakukan pengklasifikasian kriteria himpunan *fuzzy* seperti yang telah dibuat dalam tabel 6. 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 akan dimodelkan, seperti contoh untuk 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 pada tabel 4.



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan kriteria KPS

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

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

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

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:

$$\mu_{Penghasilan\ Orang\ Tua_Kecil}(3.500.000) = 0$$

$$\mu_{Penghasilan\ Orang\ Tua_Sedang}(3.500.000) = \frac{5.000.000-3.500.000}{5.000.000-3.007.500} = \frac{1.500.000}{1.992.500} = 0,752$$

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

b. Jika diketahui KPS [1], maka:

$$\mu_{KPS-Tidak} [2] = 1$$

$$\mu_{KPS-Punya} [2] = 0$$

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

$$\mu_{Tanggungan-Sedikit} [2] = 0$$

$$\mu_{Tanggungan-sedang} [2] = \frac{2-1}{3-1} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$\mu_{Tanggungan-Banyak} [2] = 0$$

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

$$\begin{aligned} \mu_{Nilai\ Rata-Rata\ Raport_{rendah}} [78] \\ = \frac{82,5-78}{82,5-75} = \frac{4,5}{7,5} = 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Nilai\ Rata-Rata\ Raport_{sedang}} [78] \\ = \frac{78-75}{82,5-75} = \frac{3}{7,5} = 0,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Nilai\ Rata-Rata\ Raport_{tinggi}} [78] \\ = 0 \end{aligned}$$

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:

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

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:

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

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

$$\frac{1}{1} = 0$$

$$z_2 = 1$$

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

$$\alpha_3 = \text{Min} (0; 0,6; 0)$$

$$= 0$$

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

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

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

$$\frac{1}{1} = 0$$

$$2 - z_3 = 0$$

$$z_3 = 2$$

R4: IF KPS Tidak AND Tanggungan Sedikit AND Nilai Rata-Rata Rapor 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:

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

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

$$\frac{1}{1} = 0$$

$$2 - z_4 = 0$$

$$z_4 = 2$$

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 Rapor, 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 5.

```

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

Gambar 5 Ouput BSM

Berdasarkan gambar 5 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 DAN SARAN

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 diambil kesimpulan 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 bantuansiswa miskin.

REFERENSI

- [1] Supriyanti, Wiwit. "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa Dengan Metode SAW." *Citec Journal*, 1.1. (2014)
- [2] Annur, CindyMutia, "Jumlah anak Putus Sekolah 2016-2021" <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/16/berapa-jumlah-anak-putus-sekolah-di-indonesia>. (2022)
- [3] Gloria, Putri and Sedyono, Eko. "Perancangan Sistem Rekomendasi Pemberian Beasiswa Dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*." *Journal of Information Technology Ampera*. 2.3. (2022)
- [4] Parida, Fitria Nur. "Penerapan Fuzzy Untuk Rekomendasi Pemilihan Siswa Penerima Bantuan Siswa Miskin (BSM)." *Naskah Publikasi Proyek Tugas Akhir Universitas Teknoogi Yogyakarta*. (2018)
- [5] Fajar, Edi. "Penerapan Logika fuzzy Pada Sistem Pendukung Keputusan Bantuan Siswa Miskin (BSM) di SDN 106 Pinceng Pute." *Skripsi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*. (2018)

- [6] Widikdo, Reza Prarama. "Penentuan Penerima Bantuan Peserta Didik Tidak Mampu Di SMP Negeri 9 Batam Menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS) Metode *Mamdani*." *Skripsi Universitas Putera Batam*. (2022)
- [7] Maryaningsih, Siswanto, and Mesterjon. "Metode Logika *Fuzzy Tsukamoto* Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa." *Jurnal Media Infotama*, 9.1 (2013)
- [8] Bintoro, Gigih Apit and Susetyo, Yeremia Alfa. "Model Pendukung Keputusan Bantuan Siswa Miskin Sekolah Menengah Kejuruan Kabupaten Magelang Dengan Metode *Fuzzy*." *Skripsi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga*. (2019)
- [9] Tundo. "Prediksi Produksi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* Dengan Rule Yang Terbentuk Menggunakan *Decision Tree Reptree*." *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 9.2 (2020)
- [10] Bahri, Syaiful and Lubis, Akhyar. "Metode Klasifikasi *Decision Tree* Untuk Memprediksi juara English Premier League." *Jurnal Sintaksis*. 2.1. (2020)
- [11] Pujiono, Slamet. Amborowati, Armadyah and Suyanto, M. "Analisis Kepuasan Publik Menggunakan *WEKA* dalam Mewujudkan *Good Dovernance* Di Kota Yogyakarta." *Jurnal DASI*. 14.2. (2013)
- [12] Ragestu, Fatehson Dendah and Sibarani, Alexander J.P. "Penerapan Metode *Fuzzy Tsukamoto* Dalam Pemilihan Siswa Teladan Di Sekolah." *Journals of TEKNIKA*. 9.1. (2020)
- [13] Wahyudi, M. Afdil. Kurnia, Fitria. Iskandar, Iwan and Haerani, Elin. "Metode *Fuzzy Tsukamoto* and *Analytical Hierarchy Process* Untuk Penerima Bantuan Pemerintah." *Jurnal Sains dan informatika* 8.12. (2022)
- [14] Maryam, Siti. Bu'ulolo, Efori and Hatmi, Edizal. "Penerapan Metode *Fuzzy Mamdani* dan *Fuzzy Tsukamoto* Dalam Menentukan Harga Mobil Bekas." *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*. 1.1 (2021)
- [15] Rijali, Ahmad. "Analisis Data *Kualitatif*" *Jurnal Alhadharah*. 17.33. (2018)
- [16] Caraka, Akbar Ariya. Haryanto, Hanny. Kusumaningrum, Kusumaningrum and Astuti, Setia. "Logika *Fuzzy* Menggunakan Metode *Tsukamoto* untuk Prediksi Perilaku Konsumen di Toko Bangunan." *Journal of Techno.COM*. 14.4 (2015)