

PENENTUAN BANTUAN SISWA MISKIN MENGGUNAKAN *FUZZY TSUKAMOTO* DENGAN PERBANDINGAN *RULE* PAKAR DAN *DECISION TREE* (STUDI KASUS : SDN 37 BENGKULU SELATAN)

Riolandi Akbar^{*1}, Shofwatul 'Uyun²

^{1,2}UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Email: ¹riolandiakbar@gmail.com, ²shofwatul.uyun@uin-suka.ac.id
^{*}Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 30 Januari 2020, diterima untuk diterbitkan: 19 Juli 2021)

Abstrak

Penelitian penentuan calon bantuan siswa miskin ini di Sekolah Dasar Negeri 37 Bengkulu Selatan. Masalah yang terjadi ada ketidaksesuaian dari hasil *output* dalam pemberian bantuan siswa miskin, belum digunakannya metode keputusan untuk setiap kriteria dan masih menggunakan penilaian prediksi atau perkiraan untuk calon penerima bantuan. Metode penelitian yang dilakukan menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dengan perbandingan dua metode yaitu *rule* pakar dan *Decision Tree SimpleCart*. Tahapan penelitian ini dimulai dengan menganalisis *output* dengan melakukan seleksi dari sejumlah alternatif hasil, kemudian melakukan pencarian nilai bobot setiap atribut dari *Fuzzy Tsukamoto* dengan metode perbandingan *rule* pakar dan *Decision Tree SimpleCart*. Selanjutnya menentukan parameter batasan fungsi keanggotaan *fuzzy* meliputi kartu perlindungan sosial, nilai rata-rata *raport*, tanggungan, penghasilan orang tua, prestasi dan kepemilikan rumah. Analisis hasil yang diperoleh dari pengujian terhadap 75 data siswa dan telah dilakukan klasifikasi menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* didapatkan hasil akurasi dengan metode *rule* pakar sebesar 72% dan metode *Decision Tree SimpleCart* sebesar 76%. Hasil akurasi tersebut di simpulkan bahwa metode *Decision Tree SimpleCart* mempunyai tingkat akurasi yang lebih tinggi dari metode *rule* pakar sehingga lebih mampu dalam menyeleksi serta mencari nilai bobot penentuan bantuan siswa miskin.

Kata kunci: Logika Fuzzy; Bantuan Siswa Miskin; Rule Pakar; Decision tree.

DETERMINATION OF POOR STUDENT ASSISTANCE USING *FUZZY TSUKAMOTO* WITH COMPARISON OF EXPERT RULE AND DECISION TREE (CASE STUDY: SDN 37 BENGKULU SELATAN)

Abstract

Research on the determination of candidates for assistance from poor students in South Bengkulu 37 Primary School. The problem that occurs is there is a mismatch of the output results in the provision of assistance to poor students, the decision method has not been used for each criterion and is still using predictive or estimated assessments for prospective beneficiaries. The research method used was *Fuzzy Tsukamoto* with a comparison of two methods, namely expert rule, and SimpleCart Decision Tree. The stages of this research began by analyzing the output by selecting many alternative results, then searching for the weight value of each attribute from *Fuzzy Tsukamoto* with the method of expert rule comparison and the SimpleCart Decision Tree. Next determine the parameters of the fuzzy membership function limit includes social protection cards, the average value of report cards, dependents, parents' income, achievements, and homeownership. Analysis of the results obtained from testing of 75 student data and classification using *Fuzzy Tsukamoto* has obtained accuracy with the expert rule method by 72% and the SimpleCart Decision Tree method by 76%. The accuracy results are concluded that the SimpleCart Decision Tree method has a higher level of accuracy than the expert rule method so that it is better able to select and search for the weighting value of determining the assistance of poor students.

Keywords: Fuzzy Logic; Help of Poor Students; Expert Rule; Decision tree.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan sangat penting bagi setiap warga negara telah tercantum dalam UU RI nomor 20 tahun 2003 pasal 5 bagian kesatu tentang hak dan kewajiban warga negara. Pada ayat (1) dan (5) menyatakan

bahwa “setiap warga negara mempunyai hak yang sama untuk memperoleh pendidikan yang bermutu dan setiap warga negara berhak mendapatkan kesempatan meningkatkan pendidikan sepanjang hayat. Untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut salah satunya memberikan bantuan kepada

siswa kurang mampu seperti bantuan siswa miskin (BSM) sebagai penunjang kebutuhan pendidikan yang berkualitas. Salah satu permasalahan yang terjadi dalam pemberian bantuan siswa miskin, ada beberapa hasil *output* kriteria yang diragukan dari hasil *ouput* yang sebelumnya dari setiap penilaian belum menggunakan suatu metode keputusan, oleh karena itu penilaian antar calon penerima masih menggunakan metode prediksi atau perkiraan. Hal tersebut, dikhawatirkan dapat menimbulkan penilaian yang bersifat subjektif dikarenakan penilaian dilakukan berdasarkan kepentingan pribadi sehingga menimbulkan kurang tepatnya penyaluran bantuan siswa miskin. Berdasarkan dari masalah itu, peneliti menganalisis hasil *output* yang ada menjadi lebih baik serta menyeleksi yang terbaik dari sejumlah alternatif. Cara yang dilakukan mencari nilai bobot untuk setiap atribut menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* dengan perbandingan *rule* pakar dan *Decision Tree SimpleCart*. *Decision Tree SimpleCart* sebagai pembentukan pohon keputusan yang berupa hasil nilai batasan dan *rule* yang terbentuk dari kriteria-kriteria yang ada ditentukan untuk digunakan tanpa harus bersusah payah konsultasi dengan ahli pakar untuk membuat *rule* yang sesuai. Kriteria yang digunakan untuk batasan fungsi keanggotaan *fuzzy* berdasarkan pendapat pakar yaitu kartu perlindungan sosial, nilai rata-rata rapor, tanggungan, penghasilan orang tua, prestasi, dan kepemilikan rumah.

Untuk mendukung penelitian ini, peneliti mengambil beberapa penelitian sebelumnya sebagai bahan referensi. Pertama menurut (Izzah & Widyastuti, 2016), melakukan penelitian tentang prediksi kelulusan mata kuliah menggunakan *hybrid fuzzy inference system* dengan data kriteria yang digunakan adalah data nilai *posttest*, tugas, kuis, dan UTS dari 106 mahasiswa. Penelitian ini membangkitkan 5 *rule* untuk digunakan dalam inferensi dan memperoleh hasil akhir berupa akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas masing-masing adalah 94.33%, 96.55%, dan 84.21%. Kedua Menurut (Sanjaya & Ningsih, 2016), melakukan penelitian tentang penentuan calon penerima beasiswa menggunakan metode *Fuzzy database* model tahani dengan kriteria yang digunakan yaitu data penghasilan orang tua, data prestasi, data jarak rumah ke sekolah. Ketiga menurut (Lestari, Islami, Moses, & Wibawa, 2018), melakukan penelitian tentang menentukan tes kesehatan pada penerimaan peserta didik baru di Sekolah Menengah Kejuruan menggunakan hasil logika *fuzzy* dengan metode *Tsukamoto* dapat ditentukannya status kesehatan pada calon siswa SMK. Keempat menurut (Hadi & Mahmudy, 2015), melakukan penelitian tentang penilaian prestasi kinerja pegawai menggunakan *fuzzy Tsukamoto* dengan parameter kriteria yang digunakan yaitu tanggung jawab, kedisiplinan dan

faktor pengurang dan menunjukkan hasil akurasi 84%. Metode *Fuzzy Tsukamoto* dipilih karena ada kelebihan yang menonjol yaitu mampu mendefinisikan nilai yang kabur dari *inputan* penilaian, membangun, serta diaplikasikannya pengalaman-pengalaman dari pakar-pakar secara langsung sehingga tidak melalui proses pelatihan. *Fuzzy Tsukamoto* memiliki tiga bagian yaitu: *fuzzifikasi*, *inferensi fuzzy*, dan *defuzzifikasi*. Metode *fuzzy Tsukamoto* merupakan metode sistem pengambil keputusan yang menggunakan aturan atau *rules* berbentuk “sebab akibat” atau “*if-then*”. Cara perhitungan dari metode *fuzzy Tsukamoto* adalah, pertama dibentuknya aturan yang mewakili himpunan *fuzzy*, kemudian derajat keanggotaan dihitung sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Setelah didapatkan nilai derajat keanggotaan, dicari nilai *alpha* predikat (α) menggunakan nilai minimal dari nilai derajat keanggotaan. Langkah terakhir, mencari nilai *output* yang merupakan nilai crisp (z) yang disebut proses *defuzzifikasi*.

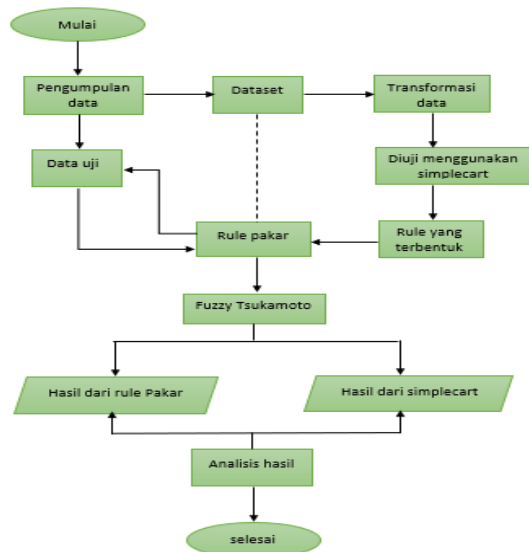
Berdasarkan penjelasan penelitian diatas tentang *fuzzy Tsukamoto* dapat menegaskan fungsi keanggotaan untuk masalah identifikasi dan klasifikasi dapat mendefinisikan nilai yang kabur dari *inputan* penilaian, membangun *rule* tepat dan akurat dan menghasilkan *output* yang tepat dari *inputan* dan nilai bobot yang dicari (Mar'i, Mahmudy, & Yusainy, 2019). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan di salah satu Sekolah Dasar tepatnya di SD Negeri 37 Bengkulu Selatan Provinsi Bengkulu untuk menentukan bantuan siswa dengan menggunakan beberapa kriteria dan dianalisis *fuzzy Tsukamoto* dengan perbandingan *rule* pakar dan *decision tree* agar hasil *output* yang ditentukan lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian penentuan bantuan siswa miskin menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dengan perbandingan *rule* pakar dan *Decision Tree* di SDN 27 Bengkulu selatan dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Pengumpulan data

Dataset yang diambil diperoleh dari SDN 37 Bengkulu Selatan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data siswa tahun akademik 2019/2020 yang berjumlah 173 siswa. Adapun kriteria disampaikan pada kasus ini yaitu kartu perlindungan sosial, nilai rata-rata *raport*, tanggungan, penghasilan orang tua, prestasi, kepemilikan rumah, dan *output* berupa bantuan siswa miskin.



Gambar 1 Alur Penelitian

Uraian penjelasan dari Gambar 1 terkait alur penelitian yang dilakukan, sebagai berikut:

2. Dataset

Dari *dataset* yang ada, kriteria yang akan dijadikan *rule* dipilih untuk penentuan bantuan siswa miskin. Himpunan *fuzzy* untuk setiap kriteria diklasifikasikan menjadi sedikit, sedang, dan banyak, menghasilkan kriteria yang berupa nilai batasan. Nilai batasan akan menentukan nilai yang tergolong dalam himpunan *fuzzy* untuk mempermudah klasifikasi tersebut dengan mengambil nilai minimal, titik tengah, dan nilai maksimal dari setiap kriteria.

3. Transformasi data

Transformasi data merupakan perubahan kriteria *output* BSM awalnya bernilai numerik dirubah bentuk nilai himpunan *fuzzy*. Dengan tujuan untuk mendapatkan klasifikasi dari masing masing kriteria yang berupa nilai batasan yang ada dalam *dataset* yang berupa angka yang digunakan untuk data training. Pengujian data training menggunakan *tools* weka dan menggunakan metode *decision tree simplecart* sebagai pembentukan pohon keputusan yang berupa hasil nilai batasan dan *rule* yang terbentuk.

4. Fuzzy Tsukamoto

Metode *fuzzy Tsukamoto* merupakan metode dari *fuzzy Inference System*, sistem pengambil keputusan. Cara kerja *fuzzy Tsukamoto* memiliki tiga bagian yaitu: *fuzzifikasi*, *inferensi fuzzy*, dan *defuzzifikasi*.

5. Membuat Decision Tree dengan Software WEKA

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

6. Analisis Hasil

Analisis hasil merupakan perhitungan menggunakan *rule* pakar dan *Decision Tree SimpleCart* berdasarkan data uji dengan hasil akhir yang diperoleh *rule* pakar dan hasil akhir yang diperoleh *Decision Tree SimpleCart*. Maka ditarik kesimpulan dari kedua metode tersebut menetapkan lebih baik menggunakan hasil *decision tree* atau *rule* pakar sebagai perbandingan dan menghasilkan *output* yang lebih tepat.

2.1 Fuzzy Tsukamoto

Logika *fuzzy Tsukamoto* dapat menyelesaikan masalah yang kompleks secara murni dari sebuah data dengan menggambarkan hubungan *input* dan *output* dengan aturan IF-THEN yang menghasilkan *output* lebih baik (Purwaningrum, Nafi'iyah, & Mauladi, 2017).

Langkah awal metode ini menentukan fungsi keanggotaan dan *rule*, kemudian kategori diklasterisasi sesuai dengan *rule* yang diterapkan di masing-masing kelompok (Ariani & Endra, 2013). Pada kasus ini, kriteria yang akan disampaikan yaitu kartu perlindungan sosial (KPS), nilai rata-rata *Raport* (RNR), tanggungan (TG), penghasilan orangtua (PO), prestasi (PT), dan kepemilikan rumah (KR).

2.2 Tahapan Pohon Keputusan dan rule

Tahapan yang dilakukan dalam pembentukan *rule* dan pohon keputusan, antara lain sebagai berikut:

1) Pengambilan dan Penentuan Data set

Data set diperoleh dari SDN 37 Bengkulu Selatan. Kriteria terkait parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi nama (NM), Kartu Perlindungan Sosial (KPS), Nilai Rata-Rata *Raport* (RNR), Tanggungan (TG), Penghasilan Orangtua (PO), Prestasi (PT),

Kepemilikan Rumah (KR), dan *output* berupa Bantuan Siswa Miskin (BSM). Dapat dilihat secara jelas rincian dari Tabel 1.

Tabel 1 Data Set

NM	PO	KPS	TG	RNR	PT	KR	BSM
SA	2600000	2	1	75	1	1	1
RM	3100000	2	1	80	0	1	1
AN	1650000	1	5	86	1	2	2
M	4500000	2	2	78	0	2	1
NGH	4300000	1	3	90	4	2	1
ES	2050000	2	2	76	0	2	1
VS	1050000	1	5	89	2	2	2
AFW	4200000	1	3	82	1	1	1
ZDM
...
...
...
RF	3750000	2	2	76	1	1	1
RR	5000000	1	2	77	4	2	1
YM	2100000	1	3	89	0	2	1

2) Perubahan Kriteria *Output* BSM

Perubahan kriteria *output* BSM awalnya bernilai *numerik*, kemudian diubah ke dalam bentuk nilai himpunan *fuzzy*. Setiap kriteria dalam sebuah himpunan *fuzzy* dapat diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Tujuan dari pengklasifikasian tersebut adalah untuk mendapatkan sebuah nilai batasan (Surya, 2015). Untuk mempermudah klasifikasi tersebut dengan mengambil nilai minimal, titik tengah, dan nilai maksimal dari setiap kriteria (Nurzahputra, Pranata, & Puwinarko, 2017). Berikut ini transformasi *dataset* yang dilihat pada Tabel 2.

3) Pembentukan Pohon Keputusan

Pembentukan pohon keputusan berfungsi untuk mengetahui keputusan yang terbentuk layak atau tidak, ketika layak maka dalam satu aturan pohon keputusan tersebut tidak ada kriteria yang terulang kembali dan dapat dilakukan *testing*. Akan tetapi, jika tidak layak maka perlu dibentuk ulang kembali dengan menemukan setiap batasan nilai himpunan *fuzzy* dari setiap kriteria (Gerhana, Zulfikar, Nurrokhman, Slamet, & Ramdhani, 2018). Berikut hasil aturan pohon keputusan yang dihasilkan menggunakan *Decision Tree Simple Cart* dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2 Transformasi *Dataset*

Penghasilan Orangtua	KPS	Tanggungan	Rata-rata Nilai Raport	Prestasi	Kepemilikan Rumah	BSM
2600000	2	1	75	1	1	Tidak
3100000	2	1	80	0	1	Tidak
1650000	1	5	86	1	2	Dapat
4500000	2	2	78	0	2	Tidak
4300000	1	3	90	4	2	Tidak
2050000	2	2	76	0	2	Tidak
1050000	1	5	89	2	2	Dapat
4200000	1	3	82	1	1	Tidak
2010000	1	4	85	1	2	Dapat
...
...
...
3750000	2	2	76	1	1	Tidak
5000000	1	2	77	4	2	Tidak
2100000	1	3	89	0	2	Tidak

CART Decision Tree

Tanggungan < 4.5

| Kepemilikan Rumah < 4.5

| | Gaji orang tua < 2040000.0

| | | Tanggungan < 2.5: Tidak(5.0/1.0)

| | | Tanggungan >= 2.5

| | | | Rata-rata Nilai Raport < 82.0: Dapat(5.0/0.0)

| | | | Rata-rata Nilai Raport >= 82.0: Tidak(6.0/5.0)

| | Gaji orang tua >= 2040000.0: Tidak(14.0/0.0)

| Kepemilikan Rumah >= 4.5: Tidak(116.0/2.0)

Tanggungan >= 4.5: Dapat(8.0/0.0)

Number of Leaf Nodes: 6

Size of the Tree: 11

Gambar 2 Aturan *Cart*

Berdasarkan Gambar 2, dengan aturan pembentukan pohon keputusan *CART*, maka dapat diperoleh batas nilai yang terbentuk dari aturan di atas yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai Batasan

Jenis	Variabel	Himpunan Fuzzy	Nilai Batasan
Input	Tanggungan	Sedikit	< 2.5
		Sedang	2.5 - < 4.5
		Banyak	> 4.5
	Kepemilikan Rumah	Tidak	<1.5= 1
		Punya	>1.5= 2
	Penghasilan Orangtua	Kecil	<2040000
		Besar	>=2040000
		Rendah	<82

Jenis	Variabel	Himpunan Fuzzy	Nilai Batasan
	Rata-rata Nilai Raport	Tinggi	≥ 82

Berdasarkan Tabel 3 tentang nilai batasan yang digunakan, selanjutnya melakukan pembentukan *rule Decision Tree Simple Cart* seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Rule Decision Tree SimpleCart

Rule	Kondisi
R1	IF Tanggungan Sedang AND Kepemilikan Rumah Tidak Punya AND Gaji Orang Tua Kecil AND Tanggungan Sedikit THEN BSM Tidak Dapat.
R2	IF Tanggungan Sedang AND Kepemilikan Rumah Tidak Punya AND Gaji Orang Tua Kecil AND Rata-rata Nilai Raport Rendah THEN BSM Dapat.
R3	IF Tanggungan Sedang AND Kepemilikan Rumah Tidak Punya AND Gaji Orang Tua Kecil AND Rata-rata Nilai Raport Tinggi THEN BSM Tidak Dapat.
R4	IF Tanggungan Sedang AND Kepemilikan Rumah Tidak Punya AND Gaji Orang Tua Besar THEN BSM Tidak Dapat.
R5	IF Tanggungan Sedang AND Kepemilikan Rumah Punya THEN BSM Tidak Dapat.
R6	IF Tanggungan Banyak THEN BSM Dapat.

Tabel 4 di atas menghasilkan 6 (enam) *rule* yang terbentuk dari kriteria yang telah ditentukan.

2.3 Fuzzifikasi

Masing-masing variabel dan himpunan fuzzy yang digunakan dalam pemilihan siswa penerima bantuan siswa miskin (BSM) dengan metode Tsukamoto. Untuk lebih jelas lihat Tabel 5.

2.4 Pembentukan Rule

Tahap ini dilakukan dengan membuat aturan/*rule* yaitu dengan menggenerate semua data *input* dan data *output* berupa data kartu perlindungan sosial, nilai rata-rata rapor, tanggungan, penghasilan orang tua, prestasi dan kepemilikan rumah. Dari kriteria yang disebutkan akan diproses untuk mengkontruksi pohon keputusan sehingga akan terbentuk klasifikasi aturan. Aturan yang terbentuk adalah *If ... Then*.

Sebagaimana dilihat dari Tabel 5 tentang Variabel Himpunan Fuzzy, maka *rule* yang terbentuk dari proses pembentukan nilai batasan *rule* pakar dan menghasilkan 10 *rule* pakar yang sesuai kriteria seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 5 Variabel Himpunan Fuzzy yang akan digunakan

Jenis	Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan
Input	KPS	Tidak Punya	[1 2]
		Sedikit	[1 3]
	Tanggungan	Sedang	[1 5]
		Banyak	[3 5]
	Nilai Rata-rata Raport	Rendah	[75 82.5]
		Sedang	[75 90]
	Prestasi	Tinggi	[82.5 90]
		Kecil	[1015000 3007500]
	Kepemilikan Rumah	Sedang	[1015000 5000000]
		Besar	[3007500 5000000]
Output	BSM	Sedikit	[1 2]
		Sedang	[1 4]
	Mendapatkan	Banyak	[2 4]
		Tidak Punya	[1 2]

Tabel 6 Rule Pakar

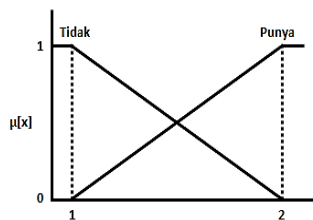
Rule	Kondisi
R1	IF KPS Punya AND Tanggungan Sedang AND Rata-rata Nilai Raport Tinggi AND Penghasilan Orangtua Kecil AND Prestasi Siswa Sedikit AND Kepemilikan Rumah Tidak THEN BSM Dapat
R2	IF KPS Tidak AND Tanggungan Sedang AND Rata-rata Nilai Raport Sedang AND Penghasilan Orangtua Sedang AND Prestasi Siswa Sedang AND Kepemilikan Rumah Punya THEN BSM Tidak
R3	IF KPS Punya AND Tanggungan Banyak AND Rata-rata Nilai Raport Rendah AND Penghasilan Orangtua Kecil AND Prestasi Siswa Sedikit AND Kepemilikan Rumah Tidak THEN BSM Dapat
R4	IF KPS Tidak AND Tanggungan Banyak AND Rata-rata Nilai Raport Sedang AND Penghasilan Orangtua Kecil AND Prestasi Siswa Sedikit AND Kepemilikan Rumah Punya THEN BSM Tidak
R5	IF KPS Punya AND Tanggungan Banyak AND Rata-rata Nilai Raport Rendah AND Penghasilan Orangtua Sedang AND Prestasi Siswa Sedang AND Kepemilikan Rumah Punya THEN BSM Dapat
R6	IF KPS Punya AND Tanggungan Banyak AND Rata-rata Nilai Raport Rendah AND Penghasilan Orangtua Besar AND Prestasi Siswa Banyak AND Kepemilikan Rumah Tidak THEN BSM Tidak
R7	IF KPS Punya AND Tanggungan Sedang AND Rata-rata Nilai Raport Tinggi AND Penghasilan Orangtua Kecil AND Prestasi Siswa banyak AND Kepemilikan Rumah Punya THEN BSM Dapat
R8	IF KPS Tidak AND Tanggungan Sedikit AND Rata-rata Nilai Raport Sedang AND Penghasilan Orangtua Sedang

Rule	Kondisi
	AND Prestasi Siswa Banyak AND Kepemilikan Rumah Tidak THEN BSM Dapat
R9	IF KPS Punya AND Tanggungan Sedang AND Rata-rata Nilai Rapor Sedang AND Penghasilan Orangtua Sedang AND Prestasi Siswa Banyak AND Kepemilikan Rumah Punya THEN BSM Tidak
R10	IF KPS Punya AND Tanggungan Sedang AND Rata-rata Nilai Rapor Rendah AND Penghasilan Orangtua Sedang AND Prestasi Siswa Sedang AND Kepemilikan Rumah Punya THEN BSM Tidak

Setelah dilakukan pengklasifikasian variabel himpunan *fuzzy* seperti yang telah dibuat dalam Tabel 5 sebelumnya. Selanjutnya adalah menentukan kriteria variabel yang akan digunakan dalam pembuatan bentuk kurva proses *fuzzyfikasi*. Pada kasus ini, ada 6 variabel *input* dan 1 variabel *output* yang akan dimodelkan.

1. Variabel KPS (Kartu Perlindungan Sosial)

Pada variabel KPS terdapat 2 himpunan *fuzzy* dengan status tidak dan punya dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier turun dan naik sebagaimana dijelaskan pada Gambar 3.



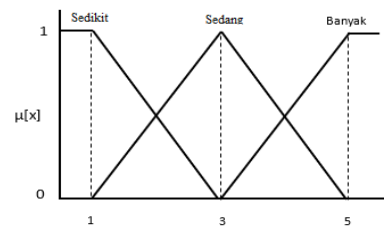
Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Variabel KPS

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

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

2. Variabel Tanggungan

Pada Variabel Tanggungan terdapat 3 himpunan *fuzzy* yaitu Sedikit, Sedang dan Banyak dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier turun dan naik sebagaimana dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Variabel Tanggungan

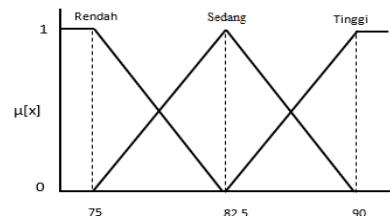
$$\mu_{\text{Tanggungan-Sedikit}}[a] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{3-x}{3-1} & ; 1 \leq x \leq 3 \\ 0 & ; x \geq 3 \end{cases}$$

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

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

3. Variabel Nilai Rapor

Pada Variabel Nilai Rapor terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, sedang dan tinggi dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier turun dan naik sebagaimana dijelaskan pada Gambar 5.



Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai Rapor

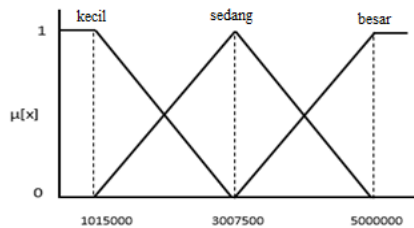
$$\mu_{\text{Nilai Rapor-Rendah}}[b] = \begin{cases} 1 & ; d \leq 75 \\ \frac{82.5-d}{82.5-75} & ; 75 \leq d \leq 82.5 \\ 0 & ; d \geq 82.5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Nilai Rapor-Sedang}}[b] = \begin{cases} 1 & ; d = 82.5 \\ \frac{d-75}{82.5-75} & ; 75 \leq d \leq 82.5 \\ \frac{90-d}{90-82.5} & ; 82.5 \leq d \leq 90 \\ 0 & : d \leq 75 \text{ atau } d \geq 90 \end{cases}$$

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

4. Variabel Penghasilan Orangtua

Pada Variabel Penghasilan Orangtua terdapat 3 himpunan *fuzzy* yaitu Kecil, Sedang dan Besar dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier turun dan naik sebagaimana dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6 Fungsi Keanggotaan Variabel Penghasilan Orangtua

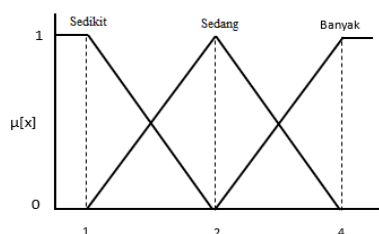
$$\mu_{\text{Penghasilan Orang Tua-Kecil [c]}} = \begin{cases} 1 & ; a \leq 1.015.000 \\ \frac{3.007.500 - a}{3.007.500 - 1.015.000} & ; 1.015.000 \leq a \leq 3.007.500 \\ 0 & ; a \geq 3.007.500 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Penghasilan Orang Tua-Sedang [c]}} = \begin{cases} 0 & ; a \leq 1.015.000 \text{ atau } a \geq 5.000.000 \\ \frac{a - 1.015.000}{3.007.500 - 1.015.000} & ; 1.015.000 \leq a \leq 3.007.500 \\ \frac{5.000.000 - a}{5.000.000 - 3.007.500} & ; 3.007.500 \leq a \leq 5.000.000 \\ 1 & ; a = 3.007.500 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Penghasilan Orang Tua-Besar [c]}} = \begin{cases} 0 & ; a \leq 3.007.500 \\ \frac{a - 3.007.500}{5.000.000 - 3.007.500} & ; 3.007.500 \leq a \leq 5.000.000 \\ 1 & ; a \geq 5.000.000 \end{cases}$$

5. Variabel Prestasi

Pada Variabel Prestasi terdapat 3 himpunan *fuzzy* yaitu Sedikit, Sedang dan Banyak dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier turun dan naik sebagaimana dijelaskan pada Gambar 7.



Gambar 7 Fungsi Keanggotaan Variabel Prestasi

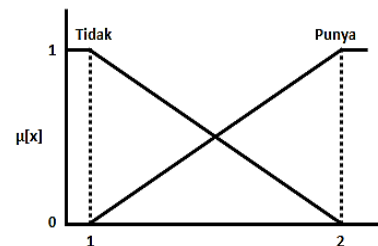
$$\mu_{\text{Prestasi-Rendah [d]}} = \begin{cases} 1 & ; e \leq 1 \\ \frac{2 - e}{2 - 1} & ; 1 \leq e \leq 2 \\ 0 & ; e \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Prestasi-Sedang [d]}} = \begin{cases} 1 & ; e = 2 \\ \frac{e - 1}{2 - 1} & ; 1 \leq e \leq 2 \\ \frac{4 - e}{4 - 2} & ; 2 \leq e \leq 4 \\ 0 & ; e \leq 1 \text{ atau } e \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Prestasi-Banyak [d]}} = \begin{cases} 1 & ; e \geq 4 \\ \frac{e - 2}{4 - 2} & ; 2 \leq e \leq 4 \\ 0 & ; e \leq 2 \end{cases}$$

6. Variabel Kepemilikan Rumah

Terdapat 2 himpunan *fuzzy*, yaitu tidak dapat dan mendapatkan dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier turun dan naik sebagaimana dijelaskan pada Gambar 8.



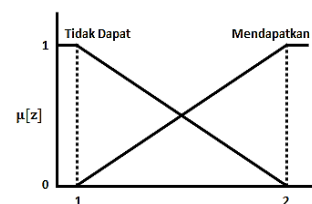
Gambar 8 Fungsi Keanggotaan Variabel Kepemilikan rumah

$$\mu_{\text{Kepemilikan Rumah-Tidak [e]}} = \begin{cases} 1 & ; f \leq 1 \\ \frac{2 - f}{2 - 1} & ; 1 \leq f \leq 2 \\ 0 & ; f \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Kepemilikan Rumah-Punya [e]}} = \begin{cases} 1 & ; f \geq 2 \\ \frac{f - 1}{2 - 1} & ; 1 \leq f \leq 2 \\ 0 & ; f \leq 1 \end{cases}$$

7. Variabel Bantuan Siswa Miskin (BSM)

Pada Variabel Bantuan Siswa Miskin (BSM) terdapat 2 himpunan *fuzzy*, yaitu tidak dapat dan mendapatkan, dengan fungsi keanggotaan berbentuk representasi linier turun dan naik sebagaimana dijelaskan pada Gambar 9.



Gambar 9 Fungsi Keanggotaan Variabel BSM

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

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

2.5 Sistem Inferensi Fuzzy

Tahapan ini peneliti menggunakan metode *Tsukamoto* untuk melakukan proses perhitungan inferensi himpunan fuzzy yang berupa nilai *crisp*. Nilai *crisp* dihitung atas dasar aturan-aturan yang telah dibuat sehingga dihasilkan besaran fuzzy yang disebut proses *fuzzifikasi* (Syahidi, Biabdillah, & Bachtiar, 2019). Dalam Sistem inferensi metode fuzzy *Tsukamoto* dibentuk sebuah *rules based* atau basis aturan dalam bentuk “sebab-akibat” atau “*if-then*” Selanjutnya, derajat keanggotaan dihitung sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Setelah diketahui nilai derajat keanggotaan dari masing-masing aturan fuzzy, dapat ditentukan nilai alpha predikat dengan cara menggunakan operasi himpunan fuzzy.

2.6 Defuzzifikasi

Pada tahap *defuzzifikasi* adalah langkah akhir yang merupakan dari keluaran/hasil inferensi fuzzy ke output crisp/nilai tegas dengan menggunakan metode *Tsukamoto* rata-rata terbobot. Metode *Center Average Defuzzifier* digunakan dalam proses ini. Metode perhitungan *Center Average Defuzzifier* dapat dituliskan dalam persamaan (1).

$$Z = \frac{\sum(\alpha * z)}{\sum \alpha} \quad (1)$$

Keterangan:

Z = *defuzzifikasi* rata-rata terpusat

α = nilai *alpha* (nilai minimal dari derajat keanggotaan)

Z = nilai *crisp* yang didapat dari hasil inferensi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Manual

Pada tahap perhitungan manual ini menggunakan *rules* yang ditetapkan. Berikut ini tahapan dalam melakukan perhitungan manual.

- 1) 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:

$$\mu_{\text{penghasilan orang tua-kecil}}[3500000] = 0$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{penghasilan orang tua-sedang}}[3500000] &= \frac{5000000 - 3500000}{5000000 - 3007500} = \frac{1500000}{1992500} \\ &= 0,752 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{penghasilan orang tua-besar}}[3500000] &= \frac{3500000 - 3007500}{5000000 - 3007500} = \frac{492500}{1992500} \\ &= 0,247 \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$\mu_{\text{tanggungan-sedikit}}[2] = 0$$

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

$$\mu_{\text{tanggungan-banyak}}[2] = 0$$

- d. Jika diketahui besarnya Rata-rata nilai rapor dengan nilai [78], maka:

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

$$\begin{aligned} \mu_{\text{rata-rata nilai raport-sedang}}[78] &= \frac{78 - 75}{82,5 - 75} = \frac{3}{7,5} \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

$$\mu_{\text{rata-rata nilai raport-tinggi}}[78] = 0$$

- e. Jika diketahui banyaknya prestasi sebanyak [2], maka:

$$\mu_{\text{prestasi-sedikit}}[2] = 0$$

$$\mu_{\text{prestasi-sedang}}[2] = 1$$

$$\mu_{\text{prestasi-banyak}}[2] = 0$$

- f. Jika diketahui Kepemilikan Rumah [2] Punya, maka:

$$\mu_{\text{kepemilikan rumah-Tidak}}[2] = 0$$

$$\mu_{\text{kepemilikan rumah-Punya}}[2] = 1$$

- 2) Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi MIN, dapat mencari nilai z pada setiap aturan untuk aturan yang terbentuk menggunakan *rule Decision Tree Simplecart*:

R1 : IF Tanggungan Sedang AND Kepemilikan Rumah Tidak Punya AND Gaji Orangtua Kecil AND Tanggungan Sedikit THEN BSM Tidak Dapat.

$$\alpha_1 = \text{Min} (0,5 ; 0 ; 0 ; 0) = 0$$

Dalam R1, *Then* BSM Tidak Dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan seperti 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 Sedang *AND* Kepemilikan Rumah Tidak Punya *AND* Gaji Orang Tua Kecil *AND* Rata-rata Nilai *Raport* Rendah *THEN* BSM Dapat.

$$\alpha_2 = \text{Min} (0,5 ; 0 ; 0 ; 0) \\ = 0$$

Dalam R2, *Then* BSM Dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan seperti berikut:

$$\frac{z-1}{2-1} = 0 \\ \frac{z-1}{2-1} = 0 \\ \frac{1}{1} \\ Z_2 = 1$$

R3 : *IF* Tanggungan Sedang *AND* Kepemilikan Rumah Tidak Punya *AND* Gaji Orang Tua Kecil *AND* Rata-rata Nilai *Rapor* Tinggi *THEN* BSM Tidak Dapat.

$$\alpha_3 = \text{Min} (0,5 ; 0 ; 0 ; 0,2) \\ = 0$$

Dalam R3, *Then* BSM Tidak Dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan seperti berikut:

$$\frac{2-z}{2-1} = 0 \\ \frac{2-z}{2-1} = 0 \\ \frac{1}{1} \\ 2 - Z_3 = 0 \\ Z_3 = 2$$

R4 : *IF* Tanggungan Sedang *AND* Kepemilikan Rumah Tidak Punya *AND* Gaji Orangtua Besar *THEN* BSM Tidak Dapat.

$$\alpha_4 = \text{Min} (0,5 ; 0 ; 0,247) \\ = 0$$

Dalam R4, *Then* BSM Tidak Dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan seperti berikut:

$$\frac{2-z}{2-1} = 0 \\ \frac{2-z}{2-1} = 0 \\ \frac{1}{1} \\ 2 - Z_4 = 0 \\ Z_4 = 2$$

R5 : *IF* Tanggungan Sedang *AND* Kepemilikan Rumah Punya *THEN* BSM Tidak Dapat.

$$\alpha_5 = \text{Min} (0,5 ; 1) \\ = 0,5$$

Dalam R5, *Then* BSM Tidak Dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan seperti berikut:

$$\frac{2-z}{2-1} = 0,5 \\ \frac{2-z}{2-1} = 0,5 \\ \frac{1}{1} \\ 2 - Z_5 = 0,5 \\ -Z_5 = 0,5 - 2 \\ Z_5 = 1,5$$

R6 : *IF* Tanggungan Banyak *THEN* BSM Dapat.

$$\alpha_6 = \text{Min} (0) \\ = 0$$

Dalam R6, *Then* BSM Dapat, maka menggunakan fungsi keanggotaan seperti berikut:

$$\frac{z-1}{2-1} = 0 \\ \frac{z-1}{2-1} = 0 \\ \frac{1}{1} \\ Z_6 - 1 = 0 \\ Z_6 = 1$$

- 3) Hasil atau *output* diperoleh dengan menggunakan *defuzzification* rata-rata terbobot menggunakan perhitungan persamaan (1).

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

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, jika nilai *output* kurang dari 1,5 maka *output* nya adalah Tidak Dapat, Sebaliknya, jika nilai *output* lebih dari 1,5 maka *output* nya adalah Mendapatkan.

3.2 Analisis Hasil

Analisis hasil merupakan hasil klasifikasi dari 75 data siswa akan dibandingkan menggunakan perbandingan *rule* pakar dan *decision tree*. Dari perbandingan tersebut akan diperhitungkan jumlah data yang *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN). TP dihitung dari jumlah siswa dapat yang terklasifikasi mendapatkan dan FN dihitung dari jumlah siswa tidak dapat yang terklasifikasi tidak mendapatkan. Sedangkan FP dihitung dari jumlah siswa tidak dapat yang terklasifikasi mendapatkan dan TN dihitung dari jumlah siswa tidak dapat yang terklasifikasi tidak mendapatkan. Dari hasil tersebut maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Prediksi Pakar

	Mendapatkan	Tidak Dapat	Jumlah
Mendapatkan	1	16	17
Tidak Dapat	5	53	58
Jumlah	16	58	75

Tabel 8 Hasil Prediksi *Decision Tree*

	Mendapatkan	Tidak Dapat	Jumlah
Mendapatkan	7	10	17
Tidak Dapat	8	50	58
Jumlah	15	60	75

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8 dilakukan pengujian dengan data berjumlah 75 orang dengan masing-masing nilai *input*-an. Pengujian nilai untuk menentukan akurasi dapat menggunakan persamaan (2).

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Rule Pakar} = \frac{1+53}{1+6+53+16} \times 100\% = 72\%$$

$$\text{Decision Tree} = \frac{7+50}{7+8+50+10} \times 100\% = 76\%$$

Perhitungan akurasi menggunakan persamaan (2) untuk menghitung nilai dari perbandingan metode *rule* pakar dan *decision tree* berdasarkan 75 data uji diperoleh hasil untuk metode *rule* pakar sebesar 72% dan *decision tree* sebesar 76%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam penentuan bantuan siswa miskin menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dengan perbandingan *rule* pakar dan *Decision Tree* di SDN 37 Bengkulu Selatan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Rule* pakar dan metode *Decision Tree SimpleCart* merupakan model basis aturan dalam penelitian ini yang berupa pohon keputusan dapat digunakan sebagai perhitungan dan menghasilkan *output* yang lebih tepat.
2. Nilai akurasi yang didapatkan dari hasil perhitungan perbandingan menggunakan metode *rule* pakar dan *decision tree* berdasarkan 75 data uji dengan hasil akhir diperoleh hasil *rule* pakar sebesar 72% dan *Decision tree SimpleCart* sebesar 76%.
3. Penentuan bantuan siswa miskin menggunakan perbandingan metode *rule* pakar dan *Decision Tree* dapat diambil kesimpulan bahwa metode *Decision Tree SimpleCart* lebih tepat digunakan karena hasil *rule* lebih mampu menyeleksi dan mencari nilai bobot yang menghasilkan *output* lebih baik dalam menentukan pemberian bantuan siswa miskin.

DAFTAR PUSTAKA

- ARIANI, F., & ENDRA, R. Y. (2013). Implementation of Fuzzy Inference System With Tsukamoto Method For Study

Programme Selection. *International Conference on Engineering and Technology Development (ICETD)*, (Icetd), 189–200. Retrieved from <http://artikel.uib.ac.id/index.php/icetd/article/download/144/144>

- GERHANA, Y. A., ZULFIKAR, W. B., NURROKHMAN, Y., SLAMET, C., & RAMDHANI, M. A. (2018). Decision Support System for Football Player's Position with Tsukamoto Fuzzy Inference System. *MATEC Web of Conferences*, 197, 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/mateconf/201819703014>
- HADI, H. N., & MAHMUDY, W. F. (2015). Penilaian Prestasi Kinerja Pegawai Menggunakan Fuzzy. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 2(1), 41–48. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25126/jtiik.201521129>
- IZZAH, A., & WIDYASTUTI, R. (2016). Prediksi Kelulusan Mata Kuliah Menggunakan Hybrid Fuzzy Inference System. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 2(2), 60. <https://doi.org/10.26594/r.v2i2.548>
- LESTARI, M. NUR, ISLAMI, P. A. F., MOSES, K. M., & WIBAWA, A. P. (2018). Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Hasil Tes Kesehatan Pada Penerimaan Peserta Didik Baru di Sekolah Menengah Kejuruan. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(1), 7–13. Retrieved from <http://journal.unipdu.ac.id:8080/index.php/register/article/download/718/pdf>
- MAR'I, F., MAHMUDY, W. F., & YUSAINY, C. (2019). Sistem Rekomendasi Profesi Berdasarkan Dimensi Big Five Personality Menggunakan Fuzzy Inference System Tsukamoto. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(5), 457. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201965942>
- NURZAHPUTRA, A., PRANATA, A. R., & PUWINARKO, A. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Line-up Pemain Sepak Bola Menggunakan Metode Fuzzy Multiple Attribute Decision Making dan K-Means Clustering. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 5(3), 106. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jtsisko.m.5.3.2017.106-109>
- PURWANINGRUM, O. S., NAFI'IYAH, N., & MAULADI, K. F. (2017). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dan Ahp Untuk Sistem Pendukung Keputusan Bantuan Siswa Miskin Pada SMK Muhammadiyah 1 Lamongan. *J-TIIES*, 1(1). Retrieved from

- <https://jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/JTII/ES/article/download/172/126>
- SANJAYA, A., & NINGSIH, R. (2016). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Calon Penerima Beasiswa Menggunakan Metode Fuzzy Database Model Tahani. *Jurnal SIMETRIS*, 7(2), 449–458. <https://doi.org/https://doi.org/10.24176/simet.v7i2.753>
- SURYA, C. (2015). Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Penerima Beasiswa Menggunakan Fuzzy Multi Attribut Decision Making (FMADM) dan Simple Additive Weighting (SAW). *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 11(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.17529/jre.v11i4.2364>
- SYAHIDI, A. A., BIABDILLAH, F., & BACHTIAR, F. A. (2019). Perancangan dan Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) Metode Tsukamoto pada Penentuan Penghuni Asrama. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(1), 55. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2019611228>

Halaman ini sengaja dikosongkan