

PENGAMBILAN KEPUTUSAN DALAM MENENTUKAN KELUARGA MISKIN PENERIMA BANTUAN SOSIAL PEMERINTAH DI KELURAHAN FONTEIN DENGAN SISTEM INFERENSI *FUZZY MAMDANI*

Ade Martina Botha Kellen^{1*}, Rapmaida Megawaty Pangaribuan¹, Ariyanto¹

1. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: innakellen10@gmail.com

ABSTRAK

Jumlah penduduk miskin di Indonesia hingga saat ini masih tergolong banyak sehingga pemerintah masih terus memberikan bantuan sosial secara berkala kepada penduduk miskin. Namun penentuan keluarga yang tergolong miskin masih kurang maksimal sehingga menyebabkan bantuan yang diberikan menjadi kurang tepat sasaran. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dalam menentukan keluarga miskin yang layak menerima bantuan sosial pemerintah menggunakan GUI Matlab. Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistik). Logika *fuzzy* dapat mempresentasikan setiap keadaan atau mewakili pemikiran manusia. Dalam logika *fuzzy*, keanggotaan elemen berada dalam interval $[0,1]$. Logika *fuzzy* digunakan untuk menggambarkan ketidakjelasan. Variabel *input* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 14 kriteria keluarga miskin menurut Badan Pusat Statistik, sedangkan variabel *output*-nya adalah Status Keluarga. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Dinas Sosial Kota Kupang dan Pemerintah Kelurahan Fontein. Hasil yang diperoleh dari sistem penentuan keluarga penerima bantuan sosial yang diteliti adalah 64 dari 261 keluarga miskin di Kelurahan Fontein termasuk dalam himpunan "Miskin" yang layak menerima bantuan dan 197 keluarga termasuk dalam himpunan "Tidak Miskin" yang tidak layak menerima bantuan sosial dari pemerintah.

Kata kunci: *Fuzzy Mamdani*, Keluarga Miskin, *GUI Matlab*.

1. PENDAHULUAN

Hingga saat ini, kemiskinan masih menjadi masalah yang ada di Indonesia. Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik), persentase penduduk miskin pada bulan Maret 2020 sebesar 9,78 persen, meningkat sebesar 0,56 persen terhadap bulan September 2019 dan meningkat 0,37 persen terhadap bulan Maret 2019 {Citation}. Sementara itu, untuk Provinsi Nusa Tenggara Timur, persentase penduduk miskin pada bulan September 2019 sebesar 20,62 persen meningkat 0,28 persen menjadi 20,90 persen pada bulan Maret 2020 [1]. Kemudian meningkat lagi 0,31 persen menjadi 21,21 persen pada bulan September 2020 [2].

Fontein merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Kota Raja, Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penduduk Kelurahan Fontein saat ini berjumlah 4.133 jiwa yang berasal dari 989 keluarga. Dari 989 keluarga yang ada, 261 diantaranya terdata sebagai keluarga miskin penerima bantuan sosial dari pemerintah. Persentase keluarga miskin di Kelurahan Fontein sebesar 26,4 persen [3].

Untuk mengatasi masalah kemiskinan, pemerintah terus memberikan bantuan sosial secara berkala kepada keluarga yang tergolong miskin. Menurut BPS, terdapat 14 kriteria keluarga miskin dan jika sebuah keluarga memenuhi minimal 9 dari 14 kriteria tersebut maka dinyatakan sebagai keluarga miskin [4]. Namun penentuan keluarga yang tergolong miskin masih kurang maksimal sehingga menyebabkan bantuan yang diberikan menjadi kurang tepat sasaran.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan keluarga miskin penerima bantuan sosial. Metode Mamdani dipilih karena *output*-nya berupa himpunan *fuzzy* serta terbentuknya komposisi aturan di mana inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan [5]–[7] sehingga cocok digunakan dalam penentuan keluarga miskin penerima bantuan sosial. Dalam membuat sistem penentuan keluarga miskin penerima bantuan ini, penulis menggunakan *software* MATLAB (*Matrix Laboratory*).

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sistem inferensi *fuzzy* dalam menentukan keluarga miskin penerima bantuan sosial pemerintah serta membandingkan hasil penentuan keluarga miskin penerima bantuan sosial yang diteliti dengan penentuan yang ada saat ini.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yakni studi literatur, pengambilan data dan pengolahan data. Dalam hal ini, referensi yang digunakan berupa buku, jurnal penelitian, skripsi, serta bahan pembelajaran lain mengenai logika *fuzzy*, sistem inferensi *fuzzy* dan keluarga miskin. Beberapa implementasi penggunaan logika *fuzzy* dapat dibaca pada referensi [8]–[10]. Data yang digunakan berupa jumlah penduduk miskin penerima bantuan sosial di Kelurahan Fontein, jumlah kepala keluarga, jumlah kepala keluarga miskin penerima bantuan sosial, serta Data Terpadu Kesejahteraan Sosial Kelurahan Fontein.

Prosedur pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut: (1) mengambil data sekunder, (2) menentukan variabel *input* dan *output* sistem *fuzzy*, (3) menentukan himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel *fuzzy*, (4) menentukan semesta pembicaraan serta domain dari himpunan *fuzzy*, (5) menentukan fungsi keanggotaan dari masing-masing himpunan *fuzzy*, (6) menentukan aturan-aturan yang digunakan, (6) membuat GUI Matlab untuk tampilan sistem, (7) menghubungkan sistem inferensi *fuzzy* yang telah dibuat dengan GUI Matlab, (8) memasukkan data keluarga miskin ke

dalam sistem yang telah dibuat, (9) melakukan perhitungan manual, (10) membandingkan hasil *output* sistem dengan data yang ada, (11) menghitung tingkat kesalahan dari sistem yang dibuat, (12) menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Variabel Fuzzy

Dalam logika *fuzzy* digunakan dua jenis variabel, yaitu variabel *input* dan variabel *output*. Variabel *input* dalam penelitian ini diambil dari 14 kriteria keluarga miskin menurut BPS, yaitu LL (Luas lantai bangunan tempat tinggal per orang), JL (Jenis lantai tempat tinggal), JD (Jenis dinding tempat tinggal), FB (Fasilitas buang air besar), SP (Sumber penerangan rumah tangga), SA (Sumber air minum), BB (Bahan bakar untuk memasak), KD (Konsumsi daging/susu/ayam dalam seminggu), PB (Pembelian pakaian baru dalam setahun), JM (Jumlah makan dalam sehari), BP (Biaya pengobatan), PK (Sumber penghasilan kepala rumah tangga), PT (Pendidikan tertinggi kepala rumah tangga) dan TB (Tabungan atau barang yang mudah dijual). Sedangkan variabel *output* yang dihasilkan adalah SK (Status Keluarga).

3.2 Himpunan Fuzzy, Semesta Pembicaraan dan Domain

Himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan dan domain dari masing-masing variabel *fuzzy* ditampilkan dalam Tabel 3.1.

Dalam penelitian ini, nilai semesta pembicaraan dan domain untuk variabel *input* LL ditentukan berdasarkan nilai variabel LL dari 261 keluarga yang disesuaikan dengan 14 kriteria keluarga miskin. Sedangkan untuk variabel *input* lainnya, nilai semesta pembicaraan dan domain ditentukan berdasarkan formulir Data Terpadu Kesejahteraan Sosial yang disesuaikan dengan 14 kriteria keluarga miskin.

Tabel 3.1 Semesta Pembicaraan Beserta Domain Himpunan Fuzzy

Variabel Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Himpunan Fuzzy	Domain
LL	[0, 100]	Sempit	0 – 9
		Luas	8 – 100
JL	[0, 10]	Kualitas Rendah	0 – 5
		Kualitas Tinggi	4 – 10
JD	[0, 7]	Kualitas Rendah	0 – 6
		Kualitas Tinggi	5 – 7
FB	[0, 4]	Gabung	0 – 4
		Sendiri	3 - 4
SP	[0, 3]	Bukan Listrik	0 – 2
		Listrik	1– 3

Variabel Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Himpunan Fuzzy	Domain
SA	[0, 12]	Tak Terlindung Terlindung	0 – 6 5 – 12
BB	[0, 8]	Kualitas Rendah Kualitas Tinggi	0 – 5 4 – 8
KD	[0, 3]	Tidak Cukup Cukup	0 – 2 1 – 3
PB	[0, 3]	Tidak Cukup Cukup	0 – 2 1 – 3
JM	[0, 4]	Tidak Cukup Cukup	0 – 3 2 - 4
BP	[0, 2]	Tidak Mampu Mampu	0 – 2 1 – 2
PK	[0, 1200]	Tidak Cukup Cukup	0 – 700 500 – 1200
PT	[0, 5]	Rendah Tinggi	0 – 3 2 - 5
TB	[0, 17]	Tidak Ada Ada	0 – 1 0 – 17
SK	[0, 1378]	Miskin Tidak Miskin	0 – 958 956 – 1378

3.3 Fungsi Keanggotaan

Berikut fungsi keanggotaan yang dibuat dari variabel dan himpunan fuzzy yang sudah dibentuk.

1. Luas Lantai (LL)

Fungsi keanggotaan variabel LL ditunjukkan dalam Persamaan 3.1 dan 3.2.

$$\mu_{Sempit} [x] = \begin{cases} \frac{(9-x)}{(9-0)} & ; 0 < x \leq 9 \\ 0 & ; x > 9 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_{Luas} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 8 \\ \frac{(x-8)}{(80-8)} & ; 8 < x \leq 80 \\ 1 & ; x > 80 \end{cases} \quad (3.2)$$

2. Jenis Lantai (JL)

Terdapat 10 jenis lantai yang dimuat di dalam formulir Data Terpadu Kesejahteraan Sosial, yakni sebagai berikut:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) Lainnya | 6) Kayu/papan kualitas tinggi |
| 2) Tanah | 7) Ubin/tegel/meraso |
| 3) Kayu/papan kualitas rendah | 8) Parket/vinil/permadani |

- 4) Bambu
5) Semen/bata merah
- 9) Keramik
10) Marmer/granit

Fungsi keanggotaan variabel JL ditunjukkan dalam Persamaan 3.3 dan 3.4.

$$\mu_{Kualitas Rendah}[x] = \begin{cases} \frac{(5-x)}{(5-0)} & ; 0 < x \leq 5 \\ 0 & ; x > 5 \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\mu_{Kualitas Tinggi}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 4 \\ \frac{(x-4)}{(10-4)} & ; 4 < x \leq 10 \end{cases} \quad (3.4)$$

3. Jenis Dinding (JD)

Terdapat 7 jenis dinding yang dimuat di dalam formulir Data Terpadu Kesejahteraan Sosial, yakni sebagai berikut:

- 1) Lainnya
2) Bambu
3) Batang kayu
4) Anyaman bambu
- 5) Kayu
6) Plesteran anyaman bambu/kawat
7) Tembok

Fungsi keanggotaan variabel JD ditunjukkan dalam Persamaan 3.5 dan 3.6.

$$\mu_{Kualitas Rendah}[x] = \begin{cases} \frac{(6-x)}{(6-0)} & ; 0 < x \leq 6 \\ 0 & ; x > 6 \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\mu_{Kualitas Tinggi}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 5 \\ \frac{(x-5)}{(7-5)} & ; 5 < x \leq 7 \end{cases} \quad (3.6)$$

4. Fasilitas Buang Air Besar (FB)

Terdapat 4 jenis fasilitas buang air besar yang dimuat di dalam formulir Data Terpadu Kesejahteraan Sosial, yakni sebagai berikut:

- 1) Tidak ada
2) Umum
- 3) Bersama
4) Sendiri

Fungsi keanggotaan variabel FB ditunjukkan dalam Persamaan 3.7 dan 3.8.

$$\mu_{Gabung}[x] = \begin{cases} \frac{(4-x)}{(4-0)} & ; 0 < x \leq 4 \\ 0 & ; x > 4 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\mu_{Sendiri}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3 \\ \frac{(x-3)}{(4-3)} & ; 3 < x \leq 4 \end{cases} \quad (3.8)$$

5. Sumber Penerangan Rumah Tangga (SP)

Terdapat 3 jenis sumber penerangan yang dimuat di dalam formulir Data Terpadu Kesejahteraan Sosial, yakni sebagai berikut:

- 1) Bukan listrik
3) Listrik PLN
- 2) Listrik Non PLN

Fungsi keanggotaan variabel SP ditunjukkan dalam Persamaan 3.9 dan 3.10.

$$\mu_{Bukan listrik}[x] = \begin{cases} \frac{(2-x)}{(2-0)} & ; 0 < x \leq 2 \\ 0 & ; x > 2 \end{cases} \quad (3.9)$$

$$\mu_{Listrik}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1 \\ \frac{(x-1)}{(3-1)} & ; 1 < x \leq 3 \end{cases} \quad (3.10)$$

6. Sumber Air Minum (SA)

Terdapat 12 jenis sumber air minum yang dimuat di dalam formulir Data Terpadu Kesejahteraan Sosial, yakni sebagai berikut:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1) Lainnya | 7) Sumur terlindung |
| 2) Air hujan | 8) Sumur bor/pompa |
| 3) Air sungai/waduk/danau | 9) Leding eceran |
| 4) Mata air tak terlindung | 10) Leding meteran |
| 5) Sumur tak terlindung | 11) Air isi ulang |
| 6) Mata air terlindung | 12) Air kemasan bermerk |

Fungsi keanggotaan variabel SA ditunjukkan dalam Persamaan 3.11 dan 3.12.

$$\mu_{Tak terlindung}[x] = \begin{cases} \frac{(6-x)}{(6-0)} & ; 0 < x \leq 6 \\ 0 & ; x > 6 \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\mu_{Terlindung}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 5 \\ \frac{(x-5)}{(12-5)} & ; 5 < x \leq 12 \end{cases} \quad (3.12)$$

7. Bahan Bakar Memasak (BB)

Terdapat 9 jenis bahan bakar memasak yang dimuat di dalam formulir Data Terpadu Kesejahteraan Sosial, yakni sebagai berikut:

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1) Kayu bakar | 2) Arang |
| 3) Briket | 4) Minyak tanah |
| 5) Gas kota/biogas | 6) Gas 3 kg |
| 7) Gas >3 kg | 8) Listrik |

Fungsi keanggotaan variabel BB ditunjukkan dalam Persamaan 3.13 dan 3.14.

$$\mu_{Kualitas rendah}[x] = \begin{cases} \frac{(5-x)}{(5-0)} & ; 0 < x \leq 5 \\ 0 & ; x > 5 \end{cases} \quad (3.13)$$

$$\mu_{Kualitas tinggi}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 4 \\ \frac{(x-4)}{(8-4)} & ; 4 < x \leq 8 \end{cases} \quad (3.14)$$

8. Konsumsi daging/susu/ayam dalam Seminggu (KD)

Fungsi keanggotaan variabel KD ditunjukkan dalam Persamaan 3.15 dan 3.16.

$$\mu_{Tidak cukup}[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{(2-x)}{(2-1)} & ; 1 < x \leq 2 \\ 0 & ; x > 2 \end{cases} \quad (3.15)$$

$$\mu_{Cukup}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1 \\ \frac{(x-1)}{(2-1)} & ; 1 < x \leq 2 \\ 1 & ; x > 2 \end{cases} \quad (3.16)$$

9. Pembelian Pakaian Baru dalam Setahun (PB)

Fungsi keanggotaan variabel PB ditunjukkan dalam Persamaan 3.17 dan 3.18.

$$\mu_{\text{Tidak cukup}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1 \\ \frac{(2-x)}{(2-1)} & ; 1 < x \leq 2 \\ 0 & ; x > 2 \end{cases} \quad (3.17)$$

$$\mu_{\text{Cukup}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1 \\ \frac{(x-1)}{(2-1)} & ; 1 < x \leq 2 \\ 1 & ; x > 2 \end{cases} \quad (3.18)$$

10. Jumlah Makan dalam Sehari (JM)

Fungsi keanggotaan variabel JM ditunjukkan pada Persamaan 3.19 dan 3.20.

$$\mu_{\text{Tidak cukup}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 2 \\ \frac{(3-x)}{(3-2)} & ; 2 < x \leq 3 \\ 0 & ; x > 3 \end{cases} \quad (3.19)$$

$$\mu_{\text{Cukup}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 2 \\ \frac{(x-2)}{(3-2)} & ; 2 < x \leq 3 \\ 1 & ; x > 3 \end{cases} \quad (3.20)$$

11. Biaya Pengobatan (BP)

Pada variabel BP, digunakan nilai kuantitatif sebagai berikut:

1) Tidak mampu

2) Mampu

Fungsi keanggotaan variabel BP ditunjukkan pada Persamaan 3.21 dan 3.22.

$$\mu_{\text{Tidak mampu}} [x] = \begin{cases} \frac{(2-x)}{(2-0)} & ; 0 < x \leq 2 \\ 0 & ; x > 2 \end{cases} \quad (3.21)$$

$$\mu_{\text{Mampu}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1 \\ \frac{(x-1)}{(2-1)} & ; 1 < x \leq 2 \end{cases} \quad (3.22)$$

12. Sumber Penghasilan Kepala Rumah Tangga (PK)

Fungsi keanggotaan variabel PK ditunjukkan pada Persamaan 3.23 dan 3.24.

$$\mu_{\text{Tidak cukup}} [x] = \begin{cases} \frac{(700-x)}{(700-0)} & ; 0 < x \leq 700 \\ 0 & ; x > 700 \end{cases} \quad (3.23)$$

$$\mu_{\text{Cukup}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 500 \\ \frac{(x-500)}{(1200-500)} & ; 500 < x \leq 1200 \end{cases} \quad (3.24)$$

13. Pendidikan Tertinggi Kepala Keluarga (PT)

Pada variabel BP, digunakan nilai kuantitatif sebagai berikut:

1) Tidak sekolah

4) SMA

2) SD

5) Pendidikan Tinggi

3) SMP

Fungsi keanggotaan variabel PT ditunjukkan pada Persamaan 3.25 dan 3.26.

$$\mu_{\text{Rendah}} [x] = \begin{cases} \frac{(3-x)}{(3-0)} & ; 0 < x \leq 3 \\ 0 & ; x > 3 \end{cases} \quad (3.25)$$

$$\mu_{\text{Tinggi}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 2 \\ \frac{(x-2)}{(5-2)} & ; 2 < x \leq 5 \end{cases} \quad (3.26)$$

14. Tabungan atau Barang yang Mudah Dijual (TB)

Untuk variabel TB nilai yang digunakan adalah jumlah barang yang dimiliki. Fungsi keanggotaan variabel TB ditunjukkan pada Persamaan 3.27 dan 3.28.

$$\mu_{Tidak\ Ada} [x] = \begin{cases} \frac{(1-x)}{(1-0)} & ; 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & ; x > 1 \end{cases} \quad (3.27)$$

$$\mu_{Ada} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1 \\ \frac{(x-0)}{(17-0)} & ; 0 < x \leq 17 \end{cases} \quad (3.28)$$

15. Status Keluarga

Fungsi keanggotaan variabel SK ditunjukkan pada Persamaan 3.29 dan 3.30.

$$\mu_{Miskin} [x] = \begin{cases} \frac{(958-x)}{(958-0)} & ; 0 < x \leq 958 \\ 0 & ; x > 958 \end{cases} \quad (3.29)$$

$$\mu_{Tidak\ miskin} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 956 \\ \frac{(x-956)}{(1378-956)} & ; 956 < x \leq 1378 \end{cases} \quad (3.30)$$

3.4 Komposisi Aturan

Dalam penelitian ini penulis membuat aturan berdasarkan ketentuan dari Badan Pusat Statistik, yaitu apabila sebuah keluarga memenuhi minimal 9 kriteria keluarga miskin maka keluarga tersebut termasuk keluarga miskin. Jumlah aturan yang dibuat adalah sebanyak 16.384 aturan/*rule* yang diperoleh dari perhitungan seperti pada Persamaan 3.31.

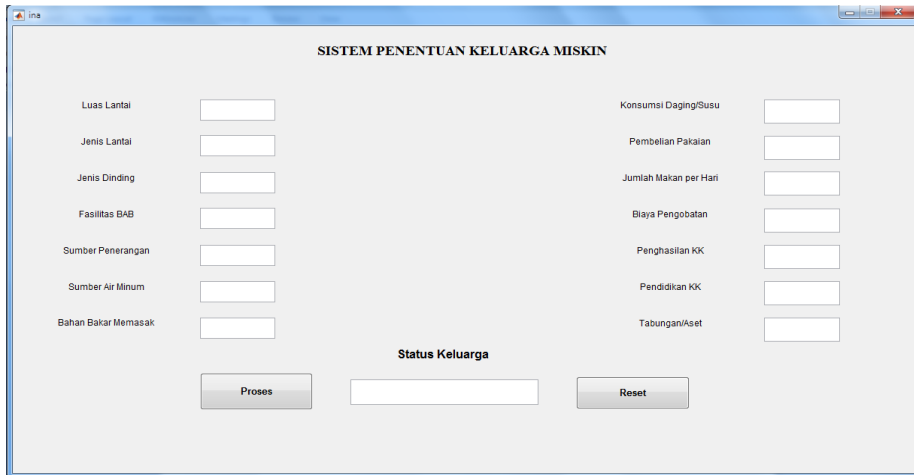
$$n(S) = A^n \quad (3.31)$$

Dengan: $n(S)$ = banyaknya aturan
 A = banyaknya variabel *input*
 n = banyaknya fungsi keanggotaan

3.5 GUI Matlab

Setelah membuat *rule* di dalam sistem inferensi *fuzzy* di Matlab, tahap selanjutnya adalah membuat halaman untuk mengeksekusi sistem yang telah dibuat. Dalam penelitian ini penulis menggunakan GUI Matlab. Tampilan halaman sistem yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Tahap berikutnya adalah membuat *source code* untuk menghubungkan sistem inferensi *fuzzy* dengan halaman GUI. Caranya adalah dengan memasukkan *input* berupa nilai variabel *input fuzzy* ke dalam GUI. Variabel tersebut akan diproses melalui tahap fuzzifikasi, operasi inferensi dan defuzzifikasi. *Output* dari sistem ini adalah himpunan variabel SK, yaitu "Miskin" atau "Tidak Miskin".



Gambar 3.1 Tampilan halaman Sistem Penentuan Keluarga Miskin

Selanjutnya, penulis akan menunjukkan perhitungan manual dengan logika *fuzzy* metode Mamdani. Data yang digunakan adalah salah satu dari data keluarga miskin kelurahan Fontein dengan nilai-nilai dari setiap variabel yang akan dihitung ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai setiap variabel untuk contoh perhitungan manual

LL	JL	JD	FB	SP	SA	BB	KD	PB	JM	BP	PK	PT	TB
3,43	5	1	3	3	3	4	1	1	3	1	600	2	0

a. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada tahap ini, derajat keanggotaan $\mu(x)$ untuk nilai dari setiap variabel *input* ditentukan untuk menentukan himpunan variabel dari nilai yang ada.

Variabel LL: $\mu_{Sempit} [3,43] = \frac{9-x}{9-0} = \frac{9-3,43}{9-0} = \frac{5,57}{9}$

$\mu_{Luas} [3,43] = 0$

Variabel JL: $\mu_{Kualitas\ rendah} [5] = \frac{5-x}{5-0} = \frac{5-5}{5-0} = \frac{0}{5} = 0$

$\mu_{Kualitas\ tinggi} [5] = \frac{x-4}{10-4} = \frac{5-4}{10-4} = \frac{1}{6}$

Variabel JD: $\mu_{Kualitas\ rendah} [1] = \frac{6-x}{6-0} = \frac{6-1}{6-0} = \frac{5}{6}$

$\mu_{Kualitas\ tinggi} [1] = 0$

Variabel FB: $\mu_{Gabung} [3] = \frac{4-x}{4-0} = \frac{4-3}{4-0} = \frac{1}{4}$

$\mu_{Sendiri} [3] = 0$

Variabel SP: $\mu_{Bukan\ listrik} [3] = 0$

$\mu_{Listrik} [3] = \frac{x-1}{3-1} = \frac{3-1}{3-1} = 1$

Variabel SA: $\mu_{Tak\ terlindung} [3] = \frac{6-x}{6-0} = \frac{6-3}{6-0} = \frac{3}{6}$

$\mu_{Terlindung} [3] = 0$

Variabel BB: $\mu_{Kualitas\ rendah} [4] = \frac{5-x}{5-0} = \frac{5-4}{5-0} = \frac{1}{5}$

$$\begin{aligned}
& \mu_{Kualitas\ tinggi} [4] = 0 \\
\text{Variabel KD:} & \mu_{Tidak\ cukup} [1] = 1 \\
& \mu_{Cukup} [1] = 0 \\
\text{Variabel PB:} & \mu_{Tidak\ cukup} [1] = 1 \\
& \mu_{Cukup} [1] = 0 \\
\text{Variabel JM:} & \mu_{Tidak\ cukup} [3] = \frac{3-x}{3-0} = \frac{3-3}{3-0} = \frac{0}{3} = 0 \\
& \mu_{Cukup} [3] = \frac{x-2}{3-2} = \frac{3-2}{3-2} = 1 \\
\text{Variabel BP:} & \mu_{Tidak\ mampu} [1] = \frac{2-x}{2-0} = \frac{2-1}{2-0} = \frac{1}{2} \\
& \mu_{Mampu} [1] = 0 \\
\text{Variabel PK:} & \mu_{Tidak\ cukup} [600] = \frac{700-x}{700-0} = \frac{700-600}{700-0} = \frac{100}{700} = \frac{1}{7} \\
& \mu_{Cukup} [600] = \frac{x-500}{1200-500} = \frac{600-500}{1200-500} = \frac{100}{700} = \frac{1}{7} \\
\text{Variabel PT:} & \mu_{Rendah} [2] = \frac{3-x}{3-0} = \frac{3-2}{3-0} = \frac{1}{3} \\
& \mu_{Tinggi} [2] = 0 \\
\text{Variabel TB:} & \mu_{Tidak\ ada} [0] = \frac{1-x}{1-0} = \frac{1-0}{1-0} = 1 \\
& \mu_{Ada} [0] = 0
\end{aligned}$$

b. Penyusunan basis aturan dan fungsi implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan pada metode Mamdani adalah nilai minimum di antara implikasi yang ada. Nilai minimum ini yang dinamakan α -predikat. Dalam contoh perhitungan manual ini, penulis menjelaskan secara detail menggunakan 2 dari 16.384 aturan agar lebih mudah dijelaskan, ditampilkan gambarnya dan dipahami. Untuk perhitungan dalam sistem yang diteliti, digunakan semua aturan yang telah dibuat. Berikut adalah penyusunan basis aturan yang digunakan.

[R1] IF LL Sempit AND JL Kualitas Tinggi AND JD Kualitas Rendah AND FB Gabung AND SP Listrik AND SA Tak Terlindung AND BB Kualitas Rendah AND KD Tidak Cukup AND PB Tidak Cukup AND JM Cukup AND BP Tidak Mampu AND PK Tidak Cukup AND PT Rendah AND TB Tidak Ada THEN SK Miskin.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_1 &= \min (\mu_{LL\ Sempit} [3,43] \cap \mu_{JL\ Kualitas\ tinggi} [5] \cap \mu_{JD\ Kualitas\ rendah} [1] \cap \\
& \mu_{FB\ Gabung} [3] \cap \mu_{SP\ Listrik} [3] \cap \mu_{SA\ Tak\ terlindung} [3] \cap \\
& \mu_{BB\ Kualitas\ rendah} [4] \cap \mu_{KD\ Tidak\ cukup} [1] \cap \mu_{PB\ Tidak\ cukup} [1] \cap \\
& \mu_{JM\ Cukup} [3] \cap \mu_{BP\ Tidak\ mampu} [1] \cap \mu_{PK\ Tidak\ cukup} [600] \cap \mu_{PT\ Rendah} [2] \cap \\
& \mu_{TB\ Tidak\ ada} [0]) \\
&= \min \left(\frac{5,57}{9}; \frac{1}{6}; \frac{5}{6}; \frac{1}{4}; 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{5}; 1; 1; 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{7}; \frac{1}{3}; 1 \right) \\
&= \frac{1}{7}
\end{aligned}$$

[R2] IF LL Sempit AND JL Kualitas Tinggi AND JD Kualitas Rendah AND FB Gabung AND SP Listrik AND SA Tak Terlindung AND BB Kualitas Rendah AND KD Tidak Cukup AND PB Tidak Cukup AND JM Cukup AND BP Tidak

Mampu AND PK Cukup AND PT Rendah AND TB Tidak Ada THEN SK Miskin.

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_2 &= \min (\mu_{LL} \text{ Sempit} [3,43] \cap \mu_{JL} \text{ Kualitas tinggi} [5] \cap \mu_{JD} \text{ Kualitas rendah} [1] \cap \\ &\mu_{FB} \text{ Gabung} [3] \cap \mu_{SP} \text{ Listrik} [3] \cap \mu_{SA} \text{ Tak terlindung} [3] \cap \\ &\mu_{BB} \text{ Kualitas rendah} [4] \cap \mu_{KD} \text{ Tidak cukup} [1] \cap \mu_{PB} \text{ Tidak cukup} [1] \cap \\ &\mu_{JM} \text{ Cukup} [3] \cap \mu_{BP} \text{ Tidak mampu} [1] \cap \mu_{PK} \text{ Cukup} [600] \cap \mu_{PT} \text{ Rendah} [2] \cap \\ &\mu_{TB} \text{ Tidak ada} [0]) \\ &= \min\left(\frac{5,57}{9}; \frac{1}{6}; \frac{5}{6}; \frac{1}{4}; 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{5}; 1; 1; 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{7}; \frac{1}{3}; 1\right) \\ &= \frac{1}{7} \end{aligned}$$

⋮

[R16.384]

Setelah nilai α -predikat dari setiap *rule* diperoleh, akan dilanjutkan dengan menentukan daerah variabel *output* SK dari setiap aturan. Lalu dilanjutkan dengan menghitung nilai A_i dan M_i , dengan i adalah jumlah partisi, yang akan digunakan pada tahap defuzzifikasi. Pada penelitian ini, perhitungan defuzzifikasi menggunakan metode *Centroid*. Tahap-tahap ini dilakukan dengan bantuan *software* Matlab.

Setelah semua tahap ini dilakukan, hasil yang diperoleh adalah dari 261 keluarga yang terdata sebagai keluarga miskin penerima bantuan sosial dari pemerintah di Kelurahan Fontein, 64 keluarga termasuk dalam kategori “Miskin” dan 197 keluarga termasuk dalam kategori “Tidak Miskin”.

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah membandingkan hasil perhitungan sistem yang dibuat dengan perhitungan non *fuzzy*, yaitu dengan menghitung jumlah kriteria yang dipenuhi oleh suatu keluarga berdasarkan ketentuan bahwa “sebuah keluarga termasuk keluarga miskin apabila memenuhi minimal 9 dari 14 kriteria keluarga miskin”, dengan menggunakan himpunan tegas. Artinya tidak ada irisan pada derajat keanggotaan, karena nilai variabel *input* hanya bernilai “benar” dalam hal ini “Miskin” atau “salah” dalam hal ini “Tidak Miskin” pada himpunan dari setiap variabel *fuzzy*, hasilnya adalah 86 keluarga termasuk dalam kategori “Miskin” yang layak menerima bantuan sosial dari pemerintah dan 175 termasuk dalam kategori “Tidak Miskin” yang tidak layak menerima bantuan sosial dari pemerintah.

Untuk mengetahui nilai error dari *output* yang diperoleh dari Sistem Penentuan Keluarga Miskin, dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} MAPE &= \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{\hat{y}_t} \right| \times 100 \% \quad (3.32) \\ &= \left| \frac{86-64}{64} \right| \times 100 \% = 34,375 \% \end{aligned}$$

Artinya, tingkat kesalahan dari Sistem Penentuan Keluarga Miskin yang diteliti sebesar 34,375 %, jika dibandingkan dengan perhitungan non *fuzzy* dan nilai persentasenya berada dalam kategori wajar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang bisa diambil adalah dari 261 data keluarga miskin penerima bantuan sosial di Kelurahan Fontein yang diproses dalam Sistem Penentuan Keluarga Miskin metode *fuzzy* Mamdani, 64 keluarga diantaranya termasuk dalam kategori “Miskin” dan 197 keluarga termasuk dalam kategori “Tidak Miskin”. Sementara untuk hasil perhitungan non *fuzzy*, hasilnya adalah 86 keluarga termasuk dalam kategori “Miskin” dan 175 termasuk dalam kategori “Tidak Miskin”. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat keluarga yang tidak layak menerima bantuan sosial dari pemerintah. Selanjutnya, Sistem Penentuan Keluarga Miskin yang diteliti memiliki persentase tingkat kesalahan sebesar 34,375 %, jika dibandingkan dengan perhitungan non *fuzzy* dan nilai persentasenya termasuk dalam kategori wajar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, “Persentase Penduduk Miskin Maret 2020 naik menjadi 9,78 persen,” *Berita Resmi Statistik*, Jul. 15, 2020.
<https://www.bps.go.id/pressrelease/2020/07/15/1744/persentase-penduduk-miskin-maret-2020-naik-menjadi-9-78-persen.html> (accessed Apr. 19, 2021).
- [2] Badan Pusat Statistik, “Jumpa Pers Kemiskinan NTT,” *Berita Resmi Statistik*, Feb. 15, 2021. <https://ntt.bps.go.id/news/2021/02/15/228/jumpa-pers-kemiskinan-ntt.html> (accessed Jul. 14, 2021).
- [3] Badan Pusat Statistik, “Profil Kemiskinan di Provinsi NTT Maret 2020,” *Berita Resmi Statistik*, 2020.
- [4] Kampung Pancang Mulia, “14 Kriteria Miskin Menurut Standar BPS,” Jan. 08, 2020. <https://www.pancamulia.desa.id/index.php/artikel/2020/1/8/14-kriteria-miskin-menurut-standar-bps> (accessed Jul. 21, 2021).
- [5] S. R. Andani, “Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Tingkat Keberhasilan Dosen Mengajar,” presented at the Seminar Nasional Informatika, 2013, pp. 57–65.
- [6] B. Sutara and H. Kuswato, “Analisa Perbandingan Fuzzy Logic Metode Tsukamoto, Sugeno, Mamdani Dalam Penentuan Keluarga Miskin,” vol. 10, no. 2, pp. 75–85, 2019.
- [7] L. W. Trimartanti, “Penerapan Sistem Fuzzy Untuk Diagnosis Campuran Bahan Bakar Dan Udara Pada Mobil F15 Gurt,” Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2016.
- [8] I. O. Olayode, L. K. Tartibu, and M. O. Okwu, “Application of Fuzzy Mamdani Model for Effective Prediction of Traffic Flow of Vehicles at Signalized Road Intersections,” in *2021 IEEE 12th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies (ICMIMT)*, May 2021, pp. 219–224. doi: 10.1109/ICMIMT52186.2021.9476201.

- [9] Y. Lambat, N. Ayres, L. Maglaras, and M. A. Ferrag, "A Mamdani Type Fuzzy Inference System to Calculate Employee Susceptibility to Phishing Attacks," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 19, 2021, doi: 10.3390/app11199083.
- [10] L. V. Lucchese, G. G. de Oliveira, and O. C. Pedrollo, "Mamdani fuzzy inference systems and artificial neural networks for landslide susceptibility mapping," *Nat. Hazards*, vol. 106, no. 3, pp. 2381–2405, Apr. 2021, doi: 10.1007/s11069-021-04547-6.