



Penerapan *Inference Fuzzy Mamdani* dalam Seleksi Penerima Bantuan Sosial Tunai Kabupaten Belitung Timur

Sentya Agus Savitri, Didi Suhaedi*

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 14/8/2022
Revised : 13/12/2022
Published : 21/12/2022



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 2
No. : 2
Halaman : 163-172
Terbitan : **Desember 2022**

ABSTRAK

Bantuan Sosial Tunai merupakan bentuk perwujudan Intervensi Pemerintah melalui Kementerian Sosial RI dalam rangka memberikan stimulus Pengaman Sosial di tengah masa pandemik COVID-19. Akan tetapi dalam prosesnya masih terdapat kendala salah satunya dalam penentuan penerima Bantuan Sosial Tunai. Penggunaan Sistem *Inference Fuzzy Mamdani* merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam proses penentuan penerima Bantuan Sosial Tunai. Dalam Penggunaannya *Fuzzy Mamdani* memiliki empat tahapan yang dilakukan, mulai dari tahapan pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi Implikasi, komposisi aturan sampai defuzzifikasi atau penegasan. Variabel yang digunakan adalah Status Pekerjaan Kepala Keluarga, Kondisi Lantai, Kondisi WC, Penghasilan, Dinding. Sistem *Inference Fuzzy Mamdani* menggambarkan keluaran (*Output*) dalam bentuk numerik yang menjadi penentu kelayakan Penerima Bantuan Sosial Tunai. Dalam mempermudah pengerjaan, perhitungannya menggunakan *Toolbox* pada Matlab. *Fuzzy rules* yang digunakan sebanyak 10 aturan. Hasil dari penelitian berupa sebuah sistem penentuan kelayakan yang memiliki nilai akurasi sebesar 92,1835 % dan sistem penentuan ini dapat dijadikan acuan dalam proses penentuan penerima Bantuan Sosial Tunai.

Kata Kunci : Inference Fuzzy Mamdani; Penerima Bantuan Sosial Tunai; Toolbox pada Matlab.

ABSTRACT

Cash Social Assistance is a form of government intervention through the Indonesian Ministry of Social Affairs in order to provide a social safety stimulus in the midst of the COVID-19 pandemic. However, in the process there are still obstacles, one of which is in determining the recipients of Cash Social Assistance. The use of the Mamdani Fuzzy Inference System is one method that can be used in the process of determining the recipients of Cash Social Assistance. In its use, Fuzzy Mamdani has four stages, starting from the stages of forming fuzzy sets, application of the Implication function, composition of rules to defuzzification or affirmation. Mamdani's Fuzzy Inference System describes the output in numerical form which determines the eligibility of Cash Social Assistance Recipients. In order to simplify the work, the calculation uses the Toolbox in Matlab. There are 10 fuzzy rules used. The result of the research is a feasibility determination system that has an accuracy value of 92.1835% and this determination system can be used as a reference in the process of determining the recipients of Cash Social Assistance.

Keywords : Inference Fuzzy Mamdani; Recipient of Cash Social Assistance; Toolbox in Matlab.

A. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini semakin pesat, banyak para ahli yang muncul dengan temuan-temuan baru baik dari segi ilmu pengetahuan maupun teknologi. Seiring dengan perkembangan tersebut, pada tahun 1965 Lotfi A. Zadeh memperkenalkan suatu konsep baru yang disebut konsep *fuzzy*. Gagasan ini akhirnya memberikan pengetahuan baru pada ilmu matematika dan terapannya yang pada akhirnya muncul himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy*.

Konsep *fuzzy* menurut Zadeh adalah himpunan tidak tegas yang setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai dengan 1. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output* yang mempunyai nilai kontinyu yang dinyatakan dalam suatu derajat keanggotaan [1][2]. Salah satu sistem penerapan *fuzzy* adalah *Fuzzy Inference System*.

Fuzzy Inference System (FIS) merupakan sebuah kerangka kerja perhitungan berdasarkan konsep teori himpunan *fuzzy* dan pemikiran *fuzzy* yang digunakan dalam penarikan kesimpulan atau suatu keputusan [3]. Salah satu metode yang merupakan bagian dari *Fuzzy Inference System* adalah *Metode Fuzzy Mamdani*. [4]

Metode Fuzzy Mamdani (MFM) dalam prosesnya menggunakan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma *fuzzy* yang dapat dianalisis secara matematika, sehingga lebih mudah dipahami. Metode Fuzzy Mamdani lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak dan menggunakan *input* yang cocok diterima oleh manusia bukan mesin. [5]

Salah satu penerapan Metode Fuzzy Mamdani adalah penentuan penerima Bantuan Sosial Tunai. Metode Fuzzy Mamdani banyak digunakan untuk sarana penentuan keputusan yang menggunakan logika *fuzzy*, dibuktikan dengan adanya dukungan penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan oleh Dedi Kurniadi, et.al (2022) telah menerapkan Metode Fuzzy Mamdani untuk memprediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan dengan menggunakan variabel masukan berupa aset, penghasilan, kondisi dinding, status kepemilikan rumah, kondisi lantai rumah. Hasil penelitian tersebut memiliki nilai akurasi sebesar 87% dan terbukti bahwa sistem prediksi ini dapat dijadikan acuan dalam proses penentuan calon penerima bantuan oleh pendamping Program Keluarga Harapan. [6]

Pada penelitian ini penentuan penerima Bantuan Sosial Tunai menggunakan *Inference Fuzzy Mamdani* dikomputasikan dengan *Fuzzy Logic Toolbox* pada Matlab karena dibutuhkan pertimbangan kriteria yang cukup banyak dimulai dari status pekerjaan kepala keluarga, jenis lantai, jenis dinding, penghasilan, jenis WC.[7] Selain itu, penerima yang diseleksi dalam penentuan kelayakan juga cukup banyak. Untuk itu, jika dilakukan penentuan penerima Bantuan Sosial Tunai akan diperlukan waktu yang cukup lama dan berpotensi untuk mengambil hasil yang salah.[8] Untuk itu penentuan penerima Bantuan Sosial Tunai dengan *Fuzzy Logic Toolbox* pada Matlab dapat menyelesaikan masalah yang ada di dalamnya karena terdapat elemen operasi Logika Matematika seperti *If-Then-Rule* dengan menggunakan kata penghubung *And*, *Or*. [9] Melalui permasalahan diatas dapat dibuat suatu Sistem *Inference Fuzzy Mamdani* untuk menentukan penerima Bantuan Sosial Tunai. [10] Artikel ini membahas tentang Penerapan *Inference Fuzzy Mamdani* Dalam Seleksi Penerima Bantuan Sosial Tunai Di Kabupaten Belitang Timur.

B. Metode Penelitian

Data dan Pengambilan Data

Pada penelitian ini, data diperoleh dengan Melakukan Observasi Lapangan dan juga melakukan wawancara dengan pihak Dinas Sosial Kabupaten Belitang Timur Khususnya Koordinator pendataan Bantuan Sosial Tunai setiap tahunnya untuk mendukung pelaksanaan penelitian tugas akhir ini. Data yang digunakan merupakan data rekap penilaian Bantuan Sosial Tunai Pada Tahun 2021 dengan kriteria penilaian yaitu Status Pekerjaan Kepala Keluarga, Jenis dinding, Jenis Lantai, Kondisi Wc, Penghasilan. Adapun sumber bacaan kepustakaan berasal dari buku-buku teks maupun jurnal ilmiah terkait Seleksi Penerima, *Fuzzy Inference System*, dan topik lainnya.

Fuzzy Inference System (FIS)

Pada Metode Fuzzy Mamdani, metode ini menghasilkan *output* berupa suatu nilai pada domain himpunan *fuzzy* yang dikategorikan kedalam komponen linguistik. Sistem *Inference Fuzzy* adalah sistem aturan berdasarkan

logika *fuzzy* yang digunakan sebagai alat untuk mewakili pengetahuan yang berbeda tentang suatu masalah, serta untuk memodelkan interaksi dan hubungan yang ada antara variabel tersebut. Proses di dalam FIS terdiri dari *Fuzzyfikasi*, Operasi *Fuzzy Logic*, Implikasi, Agregasi, dan *Defuzzyfikasi*.

Fuzzyfikasi adalah tahap pertama dari proses *Inference fuzzy*. Pada tahap ini data masukan diterima dan sistem menentukan nilai fungsi keanggotaannya serta mengubah variabel numerik (variabel *non fuzzy*) menjadi variabel linguistik (variabel *fuzzy*) (Jang dan Mizutani, 1997).

Operasi *Fuzzy Logic*. Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh yaitu Operator *AND*, *OR*, *NOT*. Operator *AND*, berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *AND* diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan : $\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$. Operator *OR*, berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *OR* diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan: $\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$. Operator *NOT*, berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *NOT* diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1 : $\mu_{A^c} = 1 - \mu_A[x]$.

Implikasi. Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

IF x is A THEN y is B. Dengan x dan y adalah skalar, A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti:

IF (X₁ is A₁) O (X₂ is A₂) O (X₃ is A₃) O..... O (X_n is A_n) THEN y is B. Dengan O adalah operator (misal: OR atau AND). Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu: (1) Min (*Minimum*). Fungsi ini akan memotong *output* himpunan *fuzzy*; (2) Dot (*product*). Fungsi ini akan menskala *output* himpunan *fuzzy*.

Agregasi. Salah satu Agregasi yaitu Metode Maximum. Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i]), \text{ dengan:}$$

$$\mu_{sf}[X_i] = \text{nilai keanggotaan solusi } \textit{fuzzy} \text{ sampai aturan ke-}i$$

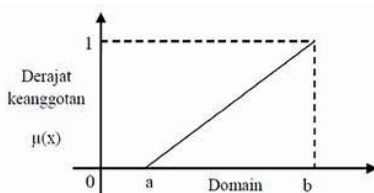
$$\mu_{kf}[X_i] = \text{nilai keanggotaan konsekuen } \textit{fuzzy} \text{ aturan ke-}i.$$

Defuzzyfikasi. *Input* dari proses *defuzzyfikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*. metode *defuzzifikasi* pada komposisi aturan Mamdani yaitu Metode Centroid (*Composite Moment*) Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$Z = \frac{\int z\mu(z)dz}{\int \mu(z)dz} \tag{1}$$

Fungsi Keanggotaan. Fungsi Keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* ke dalam nilai anggotanya yang memiliki nilai interval 0 sampai 1. Salah Satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, yaitu Representasi Linier. Pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear, terdiri dari Representasi

Linier naik dan Turun. Keadaan naik himpunan fuzzy dimulai pada nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



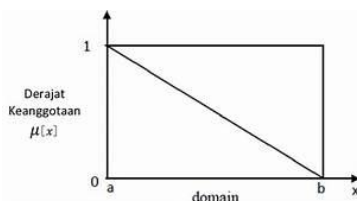
Gambar 1. Representasi Linier Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x]=\begin{cases} 0; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; a \leq x \leq b \\ 1; x \geq b \end{cases} \tag{2}$$

Representasi Linier Turun

Garis Lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



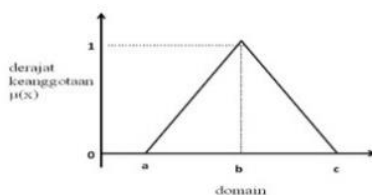
Gambar 2. Representasi Linier Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x]=\begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; a \leq x \leq b \\ 0; x \geq b \end{cases} \tag{3}$$

Representasi Kurva Segitiga

Pada dasarnya, kurva segitiga merupakan gabungan dari 2 garis (linier), yaitu naik dan turun, disebut kurva segitiga karena membentuk bidang segitiga.



Gambar 2. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x]=\begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; b \leq x \leq c \end{cases} \tag{4}$$

C. Hasil dan Pembahasan

Selanjutnya akan diimplementasikan Inference Fuzzy Mamdani untuk menyeleksi Penerima Bantuan Sosial Tunai. Terdapat 5 kriteria Input dan satu kriteria output yang akan digunakan, untuk Input yaitu Status

Pekerjaan Kepala Keluarga, Jenis Lantai, Jenis dinding, Penghasilan, Jenis Wc. Ada 46 Data yang akan dicari nilai Kelayakan Fuzzy nya dengan menggunakan FIS.

Pembentukan Himpunan Fuzzy

Tabel 1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta	Domain
<i>Input</i>	Status Pekerjaan Kepala Keluarga (μ_{spkl})	Tidak Bekerja	0-100	[75-100]
		Bekerja		[0-50]
	Jenis Lantai (μ_{jnslan})	Tanah	0-100	[75-100]
		Bukan Tanah		[0-50]
	Jenis WC ($\mu_{jns Wc}$)	Tidak ada	0-100	[75-100]
		Bersama/Sendiri		[0-50]
	Penghasilan (μ_{peng})	Sedikit	350-4000	[350-1500]
Banyak		[2000-4000]		
<i>output</i>	Kelayakan (μ_{kel})	Beton	0-100	[0-50]
		Bukan beton		[75-100]
		Belum layak		[0-50]
		layak		[75-100]

Implementasi dan pengujian data Fuzzy Inference System Mamdani BST Di Kabupaten Belitung Timur, Perhitungan Salah Satu Kasus BST Di Kabupaten Belitung Timur

Berikut ini merupakan contoh perhitungan terhadap salah satu sampel data, yaitu Partisipant ke 6 di Tabel 2 yang diperoleh saat wawancara dengan salah satu pembantu pendamping Bantuan Sosial Tunai dalam proses penentuan. Untuk sampel data yang dimaksud adalah keluarga yang status pekerjaan kepala keluarganya bekerja (22,5) dengan kondisi lantai Bukan Tanah (17,5) dengan kondisi WC milik sendiri (21,5) dengan penghasilan banyak sebesar 3.210.000 dan dengan kondisi dinding beton (22,5). Dari kriteria tersebut maka dilakukanlah proses fuzzyfikasi sebagai berikut:

Status Pekerjaan Kepala Keluarga :

$$\mu_{spkl} \text{ tidak bekerja } (22,5) = 0$$

$$\mu_{spkl} \text{ bekerja } (22,5) = \frac{x-0}{25-0} = \frac{22,5-0}{25} = 0,9.$$

Kondisi Lantai :

$$\mu_{jnslan} \text{ tanah } (17,5) = 0$$

$$\mu_{jnslan} \text{ bukan tanah } (17,5) = \frac{x-0}{25-0} = \frac{17,5-0}{25} = 0,7.$$

Kondisi WC:

$$\mu_{jns wc} \text{ sendiri } (21,5) = \frac{21,5-0}{25} = \frac{21,5}{25} = 0,86.$$

$$\mu_{jns} \text{ tidak ada } (21,5) = 0.$$

Penghasilan:

$$\mu_{peng} \text{ sedikit } (3210) = 0.$$

$$\mu_{peng} \text{ Banyak } (3210) = \frac{4000-3210}{1000} = 0,79.$$

Kondisi dinding:

$$\mu_{din} \text{ bukan beton } (22,5) = 0.$$

$$\mu_{din} \text{ beton } (22,5) = \frac{x-0}{25-0} = \frac{22,5-0}{25-0} = \frac{22,5}{25} = 0,9.$$

Aplikasi Fungsi Implikasi

Berdasarkan contoh salah satu keluarga terdapat aturan minimum dari R1 ke R10 sebagai berikut:

$[R_1] = \text{If } \alpha\text{-predikat}_1 = \mu_{\text{status kl bekerja}}(22,5) \cap \mu_{\text{jenis lantai bukan tanah}}(17,5) \cap \mu_{\text{jenis WC sendiri/bersama}}(21,5) \cap \mu_{\text{penghasilan banyak}}(3210.000) \cap \mu_{\text{dind Beton}}(22,5)$ maka
 $= \min(0,9; 0,7; 0,86; 0,79; 0,9) = 0,7.$

Pada saat $\mu_{\text{kel}} \text{ belum layak}(z) = \frac{50-z}{25}, 25 \leq z \leq 50.$

Menghitung z pada $R_1 = \frac{50-z}{25} = 0,7.$

$$50-z = 17,5.$$

$$50-17,5 = z$$

$$32,5 = Z_1.$$

Atau pada saat $\mu_{\text{Kelayakan Belum Layak}}(Z) = \frac{z-0}{25}, 0 < z < 25$

$$\frac{z-0}{25} = 0,7.$$

$$z-0 = 17,5. \mu_{\text{kel}} \text{ belum layak}$$

$$(z) = \begin{cases} 0, & z < 0 \\ \frac{z-0}{25}, & 0 \leq z \leq 17,5 \\ 0,7, & 17,5 \leq z \leq 32,5 \\ \frac{50-z}{25}, & 32,5 \leq z \leq 50 \end{cases}$$

$[R_2] = \text{If } \alpha\text{-predikat}_2 = \mu_{\text{status kl bekerja}}(22,5) \cap \mu_{\text{jenis lantai tanah}}(17,5) \cap \mu_{\text{jenis WC tidak ada}}(21,5) \cap \mu_{\text{penghasilan sedikit}}(3210.000) \cap \mu_{\text{dinding bukan beton}}(22,5)$
 $= \min(0,9; 0; 0; 0; 0) = 0$

Tidak ada daerah *output fuzzy*.

$[R_3] = \text{If } \alpha\text{-predikat}_3 = \mu_{\text{status kl bekerja}}(21,5) \cap \mu_{\text{jenis lantai tanah}}(17,5) \cap \mu_{\text{jenis WC sendiri}}(21,5) \cap \mu_{\text{penghasilan banyak}}(3210.000) \cap \mu_{\text{dinding beton}}(22,5)$
 $= \min(0,9; 0; 0,86; 0,79; 0,9) = 0.$

Tidak ada Daerah *Output Fuzzy*.

$[R_4] = \text{If } \alpha\text{-predikat}_4 = \mu_{\text{status kl bekerja}}(22,5) \cap \mu_{\text{jenis lantai is tanah}}(17,5) \cap \mu_{\text{jenis WC tidak ada}}(21,5) \cap \mu_{\text{penghasilan banyak}}(3210.000) \cap \mu_{\text{dinding beton}}(22,5)$
 $= \min(0,9; 0; 0; 0,605; 0,9) = 0$

Tidak ada Daerah *Output Fuzzy*.

$[R_5] = \text{If } \alpha\text{-predikat}_5 = \mu_{\text{status kl tidak bekerja}}(22,5) \cap \mu_{\text{jenis lantai is tanah}}(17,5) \cap \mu_{\text{jenis WC tidak ada}}(21,5) \cap \mu_{\text{penghasilan sedikit}}(3210.000) \cap \mu_{\text{dinding bukan beton}}(22,5)$
 $= \min(0; 0; 0; 0; 0) = 0$

Tidak ada Daerah *Output Fuzzy*.

$[R_6] = \text{If (Status Pekerjaan Kepala Keluarga is Bekerja) and (Jenis Lantai is Tanah) and (Jenis WC Tidak Ada) (Penghasilan is Sedikit) and (Dinding is Beton) then (Kelayakan is Layak).}$

$$\alpha\text{-predikat}_6 = \mu_{\text{spkl Bekerja}} \cap \mu_{\text{jns la Tanah}} \cap \mu_{\text{jns WC Tidak Ada}} \cap \mu_{\text{peng Sedikit}} \cap \mu_{\text{dind Beton}}$$

$$= \min(0,9; 0; 0; 0; 0,9) = 0$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*.

$[R_7] = \text{If (Status Pekerjaan Kepala Keluarga is Tidak Bekerja) and (Jenis Lantai is Bukan Tanah) and (Jenis WC is sendiri) (Penghasilan is Banyak) and (Dinding is Beton) then (Kelayakan is Belum Layak).}$

$$\alpha\text{-predikat}_7 = \mu_{\text{spk Tidak Bekerja}} \cap \mu_{\text{jns l Bukan Tanah}} \cap \mu_{\text{jns WC Sendiri}} \cap \mu_{\text{peng Banyak}} \cap \mu_{\text{dind Beton}}$$

$$= \min(0; 0; 0,86; 0,79; 0,9) = 0.$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*.

$[R_8] = \text{If (Status Pekerjaan Kepala Keluarga is Bekerja) and (Jenis Lantai is Bukan Tanah) and (Jenis WC is Tidak Ada) (Penghasilan is Sedikit) and (Dinding is Bukan Beton) then (Kelayakan is Layak).}$

$$\alpha\text{predikat}_8 = \mu_{\text{spk Bekerja}} \cap \mu_{\text{jns l Bukan Tanah}} \cap \mu_{\text{jns WC Tidak Ada}} \cap \mu_{\text{peng Sedikit}} \cap \mu_{\text{dind Bukan Beton}}$$

$$= \min (0,9 ; 0,7 ; 0 ; 0 ; 0) = 0$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*.

[R₉] = If (Status Pekerjaan Kepala Keluarga is Tidak Bekerja) and (Jenis Lantai is Bukan Tanah) and (Jenis WC is Tidak Ada) and (Penghasilan is Sedikit) and (Dinding is Bukan Beton) then (Kelayakan is Layak).

$$\alpha\text{-predikat}_9 = \mu_{\text{spk}}\text{TidakBekerja} \cap \mu_{\text{jnsl}}\text{BukanTanah} \cap \mu_{\text{jnsWC}}\text{TidakAda} \cap \mu_{\text{peng}}\text{Sedikit} \cap \mu_{\text{dind}}\text{BukanBeton}$$

$$= \min (0 ; 0,7 ; 0 ; 0 ; 0) = 0$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*.

[R₁₀] = If (Status Pekerjaan Kepala Keluarga is Bekerja) and (Jenis Lantai is Bukan Tanah) and (Jenis WC is Tidak Ada) (Penghasilan is Sedikit) and (dinding is Bukan Beton) then (Kelayakan is Layak).

$$\alpha\text{-predikat}_9 = \mu_{\text{spk}}\text{Bekerja} \cap \mu_{\text{jnsl}}\text{BukanTanah} \cap \mu_{\text{jnsWC}}\text{TidakAda} \cap \mu_{\text{peng}}\text{Sedikit} \cap \mu_{\text{dind}}\text{BukanBeton}$$

$$= \min (0,9 ; 0,7 ; 0 ; 0 ; 0) = 0.$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*.

Metode Komposisi yang digunakan adalah Metode *Max* (maksimum), sehingga dihasilkan gabungan dari *output* , Sehingga : μ_{kel} belum layak

$$(z) = \begin{cases} 0, & z < 0 \\ \frac{z-0}{25}, & 0 \leq z \leq 17,5 \\ 0,7, & 17,5 \leq z \leq 32,5 \\ \frac{50-z}{25}, & 32,5 \leq z \leq 50 \end{cases}$$

Defuzifikasi

Tahap berikutnya yaitu defuzifikasi yang merupakan langkah terakhir dari proses logika *fuzzy* Mamdani

$$Z^* = \frac{\int z\mu(z)dz}{\int \mu(z)dz} = \frac{M1+M2+M3+M4}{A1+A2+A3+A4} \tag{5}$$

Menghitung momen:

$$M1 = \int_{-\infty}^0 (0) z dz = 0z^2 \Big|_{-\infty}^0 = 0$$

$$M2 = \int_0^{17,5} \left(\frac{z-0}{25}\right) z dz = \int_0^{17,5} \left(\frac{z^2}{25} - \frac{0z}{25}\right) dz$$

$$= \left(\frac{z^3}{75} - 0\right) \Big|_0^{17,5}$$

$$= 71,4583.$$

$$M3 = \int_{17,5}^{32,5} (0,7) z dz = 0,35 z^2 \Big|_{17,5}^{32,5}$$

$$= (0,35) (32,5^2) - (0,35)(17,5^2) = 262,5$$

$$M4 = \int_{32,5}^{50} \left(\frac{50-z}{25}\right) z dz = \int_{32,5}^{50} \left(\frac{50z}{25} - \frac{z^2}{25}\right) dz$$

$$= \left(\frac{50z^2}{50} - \frac{z^3}{75}\right) \Big|_{32,5}^{50}$$

$$= 234,7584.$$

Menghitung luas:

$$A1 = 0$$

$$A2 = \frac{1}{2} \times 17,5 \times 0,7 = 6,125.$$

$$A3 = (32,5-17,5) \times 0,7 = 10,5.$$

$$A4 = \frac{1}{2} \times (50 - 32,5) \times 0,7 = 6,125.$$

Jadi,

$$Z = \frac{M1+M2+M3+M4}{A1+A2+A3+A4}$$

$$= \frac{0+71,4583+262,5+234,7584}{0+6,125+10,5+6,125}$$

$$= \frac{568,7167}{22,75} = 24,9985, \text{ dibulatkan menjadi } 25.$$

Tabel 2. Perhitungan Mean Percentage Error (MPE)

No.	Partisipan	a_t (kelayakan)	a_t^{\wedge} (fuzzy)	Error	$\left \frac{(a_t - a_t^{\wedge})}{a_t} \right \times 100\%$	Kelayakan
1	Partisipan 1	50	50	0	0%	Belum layak
2	Partisipan 2	50	50	0	0%	Belum layak
3	Partisipan 3	45	50	5	11,1 %	Belum layak
4	Partisipan 4	45	50	5	11,1%	Belum layak
5	Partisipan 5	45	50	5	11,1%	Belum layak
6	Partisipan 6	30	25	5	16,66%	Belum layak
7	Partisipan 7	45	50	5	11,1 %	Belum layak
8	Partisipan 8	45	50	5	11,1%	Belum layak
9	Partisipan 9	45	50	5	11,1%	Belum layak
10	Partisipan 10	45	50	5	11,1%	Belum layak
11	Partisipan 11	45	50	5	11,1%	Belum layak
12	Partisipan 12	45	50	5	11,1%	Belum layak
13	Partisipan 13	45	50	5	11,1%	Belum layak
14	Partisipan 14	45	50	5	11,1%	Belum layak
15	Partisipan 15	45	50	5	11,1%	Belum layak
16	Partisipan 16	45	50	5	11,1%	Belum layak
17	Partisipan 17	45	50	5	11,1%	Belum layak
18	Partisipan 18	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
19	Partisipan 19	45	50	5	11,1%	Belum Layak
20	Partisipan 20	90	87,5	2,5	2,7%	layak
21	Partisipan 21	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
22	Partisipan 22	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
23	Partisipan 23	90	87,5	5	2,7%	Layak
24	Partisipan 24	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
25	Partisipan 25	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
26	Partisipan 26	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
27	Partisipan 27	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
28	Partisipan 28	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
29	Partisipan 29	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
30	Partisipan 30	90	87,5	2,5	2,7%	Layak

Lanjutan Tabel 2. Perhitungan Mean Percentage Error (MPE)

No.	Partisipan	a_t (kelayakan)	a_t^{\wedge} (fuzzy)	Error	$ \frac{(a_t - a_t^{\wedge})}{a_t} \times 100\%$	Kelayakan
31	Partisipan 31	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
32	Partisipan 32	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
33	Partisipan 33	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
34	Partisipan 34	90	87,5	2,5	2,7%	Layak
35	Partisipan 35	45	50	5	11,1%	Belum Layak
36	Partisipan 36	45	50	5	11,1%	Belum layak
37	Partisipan 37	45	50	5	11,1%	Belum Layak
38	Partisipan 38	45	50	5	11,1%	Belum Layak
39	Partisipan 39	45	50	5	11,1%	Belum Layak
40	Partisipan 40	45	50	5	11,1%	Belum Layak
41	Partisipan 41	45	50	5	11,1%	Belum Layak
42	Partisipan 42	45	50	5	11,1%	Belum Layak
43	Partisipan 43	45	50	5	11,1%	Belum Layak
44	Partisipan 44	45	50	5	11,1%	Belum layak
45	Partisipan 45	45	50	5	11,1%	Belum layak
46	Partisipan 46	45	50	5	11,1%	Belum layak

Maka,

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \sum_{t=1}^n \frac{a_t - a_t^{\wedge}}{a_t} \times 100\% \\
 &= \frac{359,56}{46} \% \\
 &= 7,8165 \%,
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung Error, didapatkan :

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \sum_{t=1}^n \frac{a_t - a_t^{\wedge}}{a_t} \times 100\% = \frac{359,56}{46} \% \\
 &= 7,8165 \%.
 \end{aligned}$$

D. Kesimpulan

Dari Hasil yang didapatkan Pada FIS untuk ke 46 data, terdapat 16 Partisipan yang Layak menerima Bantuan Sosial Tunai dan 30 Partisipan lainnya Belum Layak menerima Bantuan Sosial Tunai. Ini berarti sebanyak 34,7826% yang berhak memperoleh Bantuan Sosial Tunai di Kabupaten Belitung Timur, dan terdapat sebanyak 65,2174% yang belum layak menerima Bantuan Sosial Tunai di Kabupaten Belitung Timur. Dari data yang didapatkan dihasilkan Mean Percentage Error sebesar 7,8165%, dan kebenaran yang didapat dari Metode Fuzzy Mamdani ini adalah 92,1835%. Ini berarti Metode Fuzzy Mamdani Cocok digunakan dalam menentukan Kelayakan Penerima Bantuan Sosial Tunai di Kabupaten Belitung Timur.

Daftar Pustaka

- [1] M. A. Amri, D. Hartama, A. Wanto, Sumarno, and H. S. Tambunan, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dalam Penentuan Penerima BLT-DD di Mekar Sari Raya," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 269–277, 2020, doi: 10.30865/komik.v4i1.2698.
- [2] C. Lewis, *International and Business Forecasting Methods*. Butterworths, 1982.
- [3] N. Febriany, F. Agustina, and R. Marwati, "Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dan Menggunakan Software Matlab," *J. EurekaMatika*, vol. 5, no. 1, pp. 84–96, 2017.
- [4] E. W. Mudasir *et al.*, "Aplikasi Prediksi Produksi Pakaian Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani (Studi Kasus Cms Production)," *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 9, no. 03, pp. 375–386, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcskommipa/article/view/50660>
- [5] S. Indri and T. Artha, "Aplikasi Logika Fuzzy menggunakan Metode Fuzzy Mamdani dalam menentukan Jumlah Produksi Optimum," pp. 1–62, 2017.
- [6] N. Lestari, "Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemberian Bantuan Kepada Masyarakat Desa," *J. Sains dan Inform.*, vol. 3, pp. 61–71, 2017.
- [7] R. P. A. C. Ningtyas and D. F. Suyatno, "Sistem Pendukung Keputusan Bantuan Langsung Tunai Pada Masa Pandemi Covid 19 Menggunakan Perbandingan Metode Simple Additive Weighting dan Fuzzy Berbasis Website (Studi Kasus: Desa Krisik, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar)," *J. Emerg. Inf. Syst. Bus. Intell.*, vol. 2, no. 2, pp. 56–65, 2021.
- [8] N. Prakoso, "Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Penentuan Bantuan Dana Pembangunan Rumah Tidak Layak Huni menggunakan Fuzzy Logic," pp. 1–122, 2016.
- [9] I. P. Pratiwi, F. Ferdinandus, and A. D. Limantara, "Sistem Pendukung Keputusan Penerima Program Keluarga Harapan (PKH) menggunakan Metode Simple Additive," *Decis. Support Syst. Sel. Best Teach. SMK. Serpong Pustek by Using TOPSIS Method*, vol. 8, no. 2, pp. 182–195, 2019.
- [10] D. Kurniadi, F. Nuraeni, and D. Jaelani, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan," *J. Algoritma*, vol. 19, no. 1, pp. 151–162, 2022, doi: 10.33364/algoritma/v.19-1.1016.