



Implementasi Logika *Fuzzy* Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan

Dede Kurniadi¹, Fitri Nuraeni², Diki Jaelani³

Jurnal Algoritma
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹dede.kurniadi@itg.ac.id

²fitri.nuraeni@itg.ac.id

³1706037@itg.ac.id

Abstrak – Program Keluarga Harapan merupakan bantuan sosial yang diperuntukan bagi keluarga miskin yang telah memenuhi syarat serta telah ditetapkan sebagai Keluarga Penerima Manfaat. Tujuan dari program bantuan ini adalah membantu keluarga miskin dalam meningkatkan taraf hidup melalui akses layanan pemerintah berupa layanan pendidikan, layanan Kesehatan dan layanan kesejahteraan sosial. Akan tetapi dalam prosesnya masih terdapat kendala salah satunya dalam penentuan penerima pkh dikarenakan proses penentuan masih dilakukan secara manual serta data yang diberikan relatif sama satu dengan yang lain sehingga sulit untuk menentukan mana yang lebih membutuhkan. Penggunaan sistem prediksi diharapkan mampu menjadi sebuah solusi dari permasalahan yang dihadapi. Logika *Fuzzy* merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam proses penentuan calon penerima. Dalam penggunaannya logika *fuzzy* model mamdani memiliki empat tahapan yang harus dilakukan, mulai dari tahapan pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan sampai *defuzzyfikasi* atau penegasan. Variabel yang digunakan yaitu Penghasilan, Aset, Status Kepemilikan Rumah, Kondisi Dinding Rumah, Kondisi Lantai Rumah dan Syarat Khusus yang merupakan syarat dari program bantuan ini. Syarat khusus yang dimaksud adalah adanya salah satu dari ibu hamil, anak usia dini, anak produktif sekolah, lansia dan disabilitas berat. *Fuzzy rules* yang digunakan sebanyak 486 aturan. Hasil dari penelitian berupa sebuah sistem prediksi yang memiliki nilai akurasi sebesar 87 % dan sistem prediksi ini dapat dijadikan acuan dalam proses penentuan calon penerima bantuan oleh pendamping pkh atau ketua penerima program.

Kata Kunci – *Fuzzy*; Mamdani; Program Keluarga Harapan; Prediksi.

I. PENDAHULUAN

Program Keluarga Harapan (PKH) adalah program bantuan sosial yang diperuntukan bagi keluarga miskin yang telah memenuhi syarat serta telah ditetapkan sebagai Keluarga Penerima Manfaat (KPM) [1]. Syarat dari KPM ini adalah keluarga miskin yang memiliki salah satu dari syarat khusus penerima program yaitu ibu hamil, anak usia dini, anak produktif sekolah, lansia dan disabilitas berat. Adapun tujuan dari Program bantuan ini adalah untuk meningkatkan taraf hidup keluarga miskin melalui akses layanan yang disediakan oleh pemerintah berupa layanan Kesehatan, layanan Pendidikan serta layanan kesejahteraan sosial [1]. Sehingga dengan adanya program ini diharapkan mampu mengurangi angka kemiskinan yang kian hari kian meningkat serta untuk meningkatkan sumber daya manusia khususnya bagi keluarga miskin [2].

Akan tetapi dalam prosesnya, program keluarga harapan masih memiliki kendala yang perlu diperbaiki yaitu salah satunya dalam proses penentuan calon penerima manfaat dikarenakan masih kita jumpai adanya ketidaktepatan dari calon penerima manfaat. Dalam hal ini proses penentuan calon penerima manfaat masih bersifat manual sehingga disinyalir adanya subjektifitas dalam menentukan calon dari penerima bantuan ini, terutama jika beberapa calon penerima manfaat memiliki tingkat kelayakan yang tidak jauh berbeda satu dengan yang lainnya [3]. Sedangkan data yang digunakan dalam proses penentuan calon penerima menggunakan data yang sudah lama atau belum ter *update* sehingga menimbulkan ketidaktepatan dan dikhawatirkan bantuan program ini tidak sampai kepada keluarga yang benar benar membutuhkan [2].

Penelitian sebelumnya yang mendekati dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian yang menggunakan algoritma *Naïve bayes* dalam proses penentuan penerima PKH. Penelitian ini efektif dalam menentukan calon perimanya hanya saja sampai diterima dan ditolak [4] dan [5]. Penelitian yang kedua yaitu penelitian yang menggunakan *Analytic Network Process* dalam proses menentukan calon penerima pkh [6]. Penelitian yang ketiga adalah penelitian yang menggunakan algoritma C5.0 dalam proses klarifikasi penentuan penerima manfaat pkh [2]. Penelitian yang keempat yaitu penelitian yang menggunakan algoritma *Simple Additive Weighting* dalam proses penentuan calon penerima program keluarga harapan [3]. Penelitian yang kelima yaitu penelitian mengenai sistem prediksi yang menggunakan algoritma *k-Nearest neighbor* [7]. Penelitian yang keenam yaitu mengenai sistem prediksi kinerja yang menggunakan *Backpropagation Neural Network* [8]. Penelitian yang ketujuh yaitu penelitian tentang penerapan logika *fuzzy* dalam sebuah sistem prediksi pengadaan barang [9]. Penelitian terakhir yaitu penelitian yang membahas mengenai penerapan logika *fuzzy* mamdani dalam proses penentuan penilaian terhadap kepuasan pelanggan [10].

Maka berdasarkan permasalahan yang ditemukan melalui hasil wawancara dan penelitian sebelumnya, yaitu membahas mengenai permasalahan dari penentuan calon penerima manfaat tetapi dengan menggunakan algoritma berbeda atau algoritma yang baru. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan algoritma yang baru yaitu logika fuzzy model mamdani yang diterapkan dalam sebuah alat bantu atau sistem prediksi penentuan calon penerima program keluarga harapan. Dengan adanya penelitian ini, peneliti berharap hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pendukung keputusan dalam menentukan calon penerima program ini dan dapat mengisi permasalahan pada penelitian sebelumnya yaitu penggunaan logika atau algoritma yang baru serta penelitian dapat dijadikan sebagai pembanding bagi penelitian berikutnya.

II. URAIAN PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan tahapan Kajian Pustaka, Pengumpulan Data, Pemodelan Logika *Fuzzy*, Pengujian dan Implementasi Program. Dalam penelitian ini dijelaskan mengenai *study* kasus yang diambil, metode pemecahan masalah dan contoh perhitungan dari metode pemecahan masalah serta penerapan dari logika yang digunakan dalam sebuah sistem prediksi.



Gambar 1: Alur Penelitian

Sampel data yang digunakan dalam penelitian ini adalah daftar penerima dan bukan penerima dengan jumlah yang sama masing masing 50. Adapun data yang dimaksud tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1: Daftar Penerima dan Bukan Penerima

Keluarga	Penghasilan	Aset	Status Rumah	Kondisi Dinding	Kondisi Lantai	Syarat Khusus	Status
Keluarga 1	1.000.000	7.000.000	85	88	60	1	PKH
Keluarga 2	1.000.000	15.000.000	88	90	65	1	PKH
Keluarga 3	1.600.000	18.000.000	90	90	88	1	PKH
Keluarga 4	2.300.000	20.000.000	92	95	97	1	BUKAN
Keluarga 5	1.600.000	12.000.000	85	88	45	1	PKH
Keluarga 6	1.800.000	14.000.000	28	90	90	1	PKH
...
Keluarga 100	850.000	8.000.000	85	84	89	1	PKH

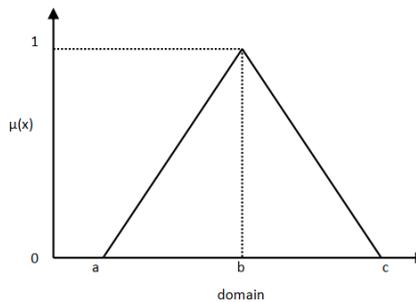
1. Kajian Pustaka

Untuk mendukung data yang didapat pada saat proses wawancara maka peneliti mencari data pendukung melalui internet dan buku. Data yang didapat dari kajian Pustaka ini berupa informasi logika *fuzzy* serta pengujian dari model logika *fuzzy*.

a. Logika *Fuzzy*

Fuzzy Logic merupakan metode pemecahan masalah dalam memetakan suatu permasalahan yang berupa masukan atau *Input* kedalam suatu ruang keluaran atau *output* atau hasil [11]. Nilai *input* yang dimasukan bakaln dirubah menjadi sebuah nilai linguistik. Perubahan tersebut terjadi pada fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah representasi kurva segitiga dan representasi kurva trapesium [12]. Adapun bentuk umum dari fungsi keanggotaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Representasi Kurva Segitiga

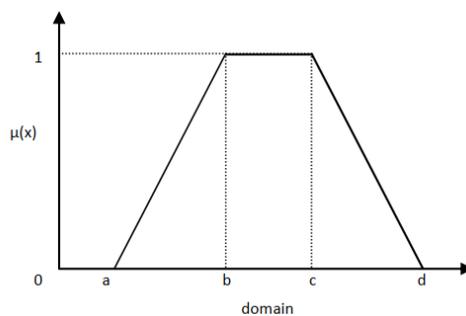


Gambar 2: Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x < b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

2) Representasi Kurva Trapesium



Gambar 3: Representasi Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & x \geq d \end{cases} \quad (2)$$

Dalam logika *fuzzy* banyak model yang bisa digunakan salah satunya model mamdani. Dalam logika *fuzzy* model mamdani terdapat 4 tahapan yang harus dilalui, yaitu:

1) Pembentukan Himpunan *Fuzzy* (*Fuzzyfikasi*)

Tahapan yang pertama merupakan tahapan yang berfungsi untuk mengubah suatu nilai *input* yang memiliki kebenaran yang pasti (*crisp input*) kedalam bentuk *fuzzy input*. Tetapi sebelumnya harus ditentukan terlebih dahulu mengenai variabel yang akan digunakan baik variabel masukan (*Input*) atau variabel keluaran (*output*) [11].

2) Fungsi Implikasi

Tahapan kedua yaitu disusunnya aturan yang akan digunakan dan biasanya berupa implikasi yang memetakan antara variabel *input* dengan variabel *output*. Fungsi implikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi implikasi *MIN* [12]. Fungsi implikasi ini memiliki bentuk umum sebagai berikut:

$$\text{Jika } a \text{ adalah } A_i \text{ dan } b \text{ adalah } B_i, \text{ maka } c \text{ adalah } C_i \quad (3)$$

$A_i, B_i,$ dan C_i adalah nilai linguistik yang digunakan dalam perhitungan.

$$\mu(x_i) = \min(\mu_a(x_i), \mu_b(x_i)) \quad (4)$$

keterangan,

$\mu_a(x_i)$ adalah nilai keanggotaan *Input fuzzy* sampai ke aturan ke-*i*.

$\mu_b(x_i)$ adalah nilai keanggotaan konsekuensi *fuzzy* aturan ke -*i*.

3) Komposisi Aturan

Tahapan ketiga yaitu komposisi aturan yang memetakan beberapa aturan yang terpenuhi terkait nilai *fuzzy*. Apabila terpenuhi beberapa aturan, maka inferensi diperoleh berdasarkan kumpulan serta korelasi antar *Rules* yang sudah tersedia. Metode yang digunakan pada umumnya adalah metode *Max*. Metode *max* yaitu pengambilan nilai terbesar dari nilai keluaran suatu aturan [10]. Bentuk umum yang dari komposisi aturan ini adalah sebagai berikut:

$$\mu(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (5)$$

keterangan,

$\mu_{sf}(x_i)$ adalah nilai keanggotaan *output fuzzy* sampai ke aturan ke-*i*.

$\mu_{kf}(x_i)$ adalah nilai keanggotaan konsekuensi *fuzzy* aturan ke -*i*.

4) *Defuzzyfikasi*

pada metode mamdani untuk penegasan atau defuzzifikasi terdapat beberapa metode tetapi pada penelitian ini menggunakan metode *centroid*.

$$Z_0 = \frac{\int_a^b z \cdot \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz} \quad (6)$$

Z_0 adalah nilai hasil defuzzifikasi dan $\mu(z)$ adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan z adalah nilai domain ke-*i* [12].

b. Pengujian

Untuk mengukur hasil dari penerapan logika yang digunakan maka penelitian ini menggunakan *confusion matrix* untuk mencari nilai akurasi, recall serta presisi model yang diterapkan. *Confusion Matrix* menggunakan tabel yang menyatakan suatu jumlah data yang terdiri dari data uji yang bernilai

benar dan data uji yang bernilai nilai salah [13]. *Confusion matrix* terdiri dari baris dan kolom, bagian kolom dari *Confusion Matrix* mewakili contoh kelas yang diprediksi. Sedangkan untuk baris mewakili contoh kelas sebenarnya atau sebaliknya [14].

Tabel 2: *Confusion Matrix*

Kondisi yang diprediksi (<i>Predicted Condition</i>)	Kondisi Sebenarnya (<i>True Condition</i>)	
	<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
<i>Positive (P)</i>	<i>True Positive (TP)</i>	<i>False Positive (FP)</i>
<i>Negative (N)</i>	<i>False Negative (FN)</i>	<i>True Negative (TN)</i>

True positive didapatkan dari Kolom Status yang memiliki nilai PKH dan Kolom Prediksi yang memiliki nilai Sangat Membutuhkan dan Membutuhkan. *False Positive* didapatkan dari Kolom Status yang memiliki nilai Bukan Penerima dan Kolom Prediksi yang memiliki nilai Sangat Membutuhkan dan Membutuhkan. *False Negative* didapatkan dari Kolom Status yang memiliki nilai PKH dan Kolom Prediksi yang memiliki nilai Belum Membutuhkan. *True Negative* didapatkan dari Kolom Status yang memiliki nilai Bukan dan Kolom Prediksi yang memiliki nilai Belum Membutuhkan.

Dari nilai tersebut nanti akan digunakan untuk menghitung nilai *accuracy*, *recall* dan *precision*. Dan untuk mencari nilai tersebut digunakan rumus berikut:

$$\text{Sensitivitas/ Recall} = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (7)$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{N} = \frac{TN}{TN+FP} \quad (8)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (9)$$

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{P+N} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (10)$$

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Pemodelan Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* merupakan metode pemecahan masalah dalam memecahkan suatu permasalahan yang berupa *Input* kedalam suatu ruang keluaran atau *output* atau hasil [11]. Penelitian ini menggunakan model mamdani. Adapun untuk variabel yang akan digunakan dalam proses penentuan penerima program keluarga harapan terdiri dari variabel Penghasilan yang dihitung perbulan; variabel Aset yang terdiri dari kepemilikan kendaraan, kepemilikan tanah dan kepemilikan emas; variabel Status Kepemilikan Rumah; variabel kondisi dari dinding rumah yang ditempati; variabel kondisi lantai rumah yang ditempati; dan variabel syarat khusus yang terdiri dari salah satu syarat diterimanya program keluarga harapan. Sedangkan untuk variabel *output* nya adalah variabel kelayakan.

Adapun proses perhitungan dari logika *fuzzy* model mamdani adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy* (*Fuzzyfikasi*)

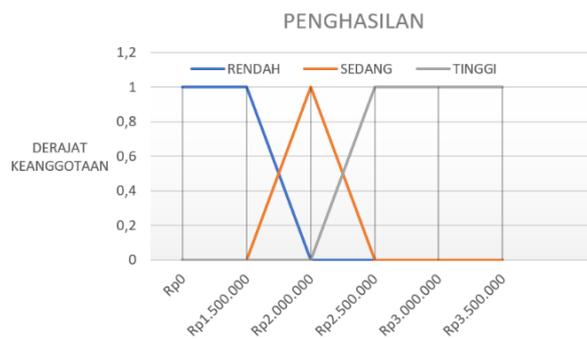
Pada tahapan yang pertama yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* atau biasa disebut sebagai *fuzzifikasi* merupakan tahapan yang berfungsi untuk mengubah suatu nilai inputan yang memiliki nilai kebenaran yang pasti (*crisp input*) kedalam bentuk *fuzzy input*. Untuk variabel yang digunakan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 3. Berikut ini

Tabel 3: Variabel *Input* dan *Output*

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Variabel Input	Penghasilan	(Rp. 0 – Rp. 3.500.000)
	Aset	(Rp. 0 – Rp. 40.000.000)
	Kepemilikan Rumah	(0 – 100)
	Kondisi Dinding Rumah	(0 – 100)
	Kondisi Lantai Rumah	(0 – 100)
	Syarat Khusus	Ada, Tidak
Variabel Output	Kelayakan / Kebutuhan	(0 – 100)

Adapun untuk Grafik Refrensi dari derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* dari tiap-tiap variabel adalah sebagai berikut:

a) Grafik Keanggotaan Variabel Penghasilan.



Gambar 4: Grafik Keanggotaan Variabel Penghasilan

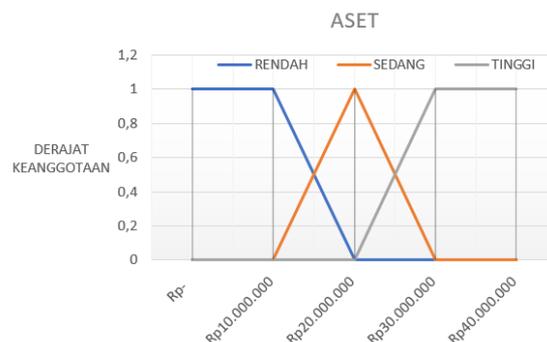
Representasi dari fungsi keanggotaan untuk variabel Rendah dan Tinggi menggunakan persamaan (1) sedangkan untuk variabel Sedang menggunakan persamaan (2). Adapun untuk perhitungannya tersaji pada perhitungan berikut:

$$\mu \text{ Rendah } [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1.500.000 \\ \frac{(2.000.000-x)}{(2.000.000-1.500.000)}; & 1.500.000 \leq x \leq 2.000.000 \\ 0; & x \geq 2.000.000 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Sedang } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1.500.000 \text{ atau } x \geq 2.500.000 \\ \frac{(x - 1.500.000)}{(2.000.000 - 1.500.000)}; & 1.500.000 \leq x < 2.000.000 \\ \frac{(2.500.000 - x)}{(2.500.000 - 2.000.000)}; & 2.000.000 \leq x \leq 2.500.000 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Tinggi } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2.000.000 \\ \frac{(x - 2.000.000)}{(2.500.000 - 2.000.000)}; & 2.000.000 \leq x \leq 2.500.000 \\ 1; & x \geq 2.500.000 \end{cases}$$

b) Grafik Keanggotaan Variabel Aset



Gambar 5: Grafik Keanggotaan Variabel Aset

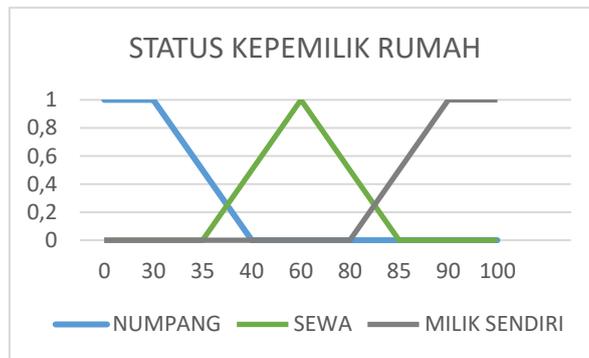
Representasi dari fungsi keanggotaan untuk variabel Rendah dan Tinggi menggunakan persamaan (1) sedangkan untuk variabel Sedang menggunakan persamaan (2). Adapun untuk perhitungannya tersaji pada perhitungan berikut:

$$\mu \text{ Rendah } [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 10.000.000 \\ \frac{(20.000.000-x)}{(20.000.000 - 10.000.000)}; & 10.000.000 \leq x \leq 20.000.000 \\ 0; & x \geq 20.000.000 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Sedang } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 10.000.000 \text{ atau } x \geq 30.000.000 \\ \frac{(x - 10.000.000)}{(20.000.000 - 10.000.000)}; & 10.000.000 \leq x \leq 20.000.000 \\ \frac{(30.000.000 - x)}{(30.000.000 - 20.000.000)}; & 20.000.000 \leq x \leq 30.000.000 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Tinggi } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 20.000.000 \\ \frac{(x - 20.000.000)}{(30.000.000 - 20.000.000)}; & 20.000.000 \leq x \leq 30.000.000 \\ 1; & x \geq 30.000.000 \end{cases}$$

c) Grafik Keanggotaan Untuk Variabel Status Kepemilikan Rumah



Gambar 6: Grafik Variabel Status Kepemilikan Rumah

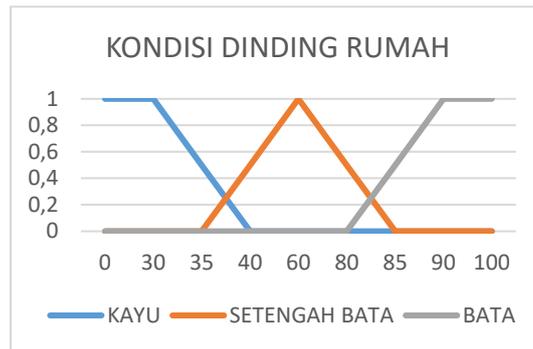
Representasi dari fungsi keanggotaan untuk variabel Numpang dan Milik Sendiri menggunakan persamaan (1) sedangkan untuk variabel Sewa menggunakan persamaan (2). Adapun untuk perhitungannya tersaji pada perhitungan berikut:

$$\mu \text{ Numpang } [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 30 \\ \frac{(40 - x)}{(40 - 30)}; & 30 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Sewa } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 85 \\ \frac{(x - 35)}{(60 - 35)}; & 35 \leq x \leq 60 \\ \frac{(85 - x)}{(85 - 60)}; & 60 \leq x \leq 85 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Milik Sendiri } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 80 \\ \frac{(x - 80)}{(90 - 80)}; & 80 \leq x < 90 \\ 1; & x \geq 90 \end{cases}$$

d) Grafik Keanggotaan Untuk Variabel Kondisi Dinding Rumah



Gambar 7: Grafik Variabel Kondisi Dinding Rumah

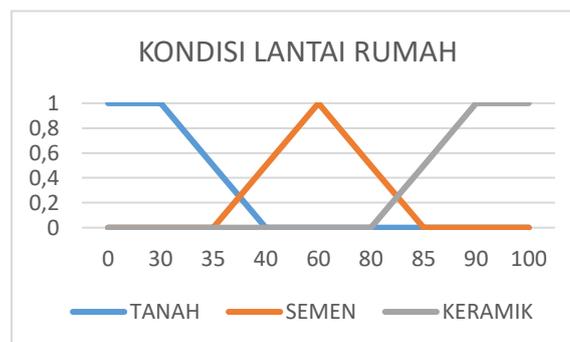
Representasi dari fungsi keanggotaan untuk variabel Kayu dan Bata menggunakan persamaan (1) sedangkan untuk variabel Kayu menggunakan persamaan (2). Adapun untuk perhitungannya tersaji pada perhitungan berikut:

$$\mu \text{ Kayu } [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 30 \\ \frac{(40 - x)}{(40 - 30)}; & 30 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Setengah Bata } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 85 \\ \frac{(x - 35)}{(60 - 35)}; & 35 \leq x \leq 60 \\ \frac{(85 - x)}{(85 - 60)}; & 60 \leq x < 85 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Bata } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 80 \\ \frac{(x - 80)}{(90 - 80)}; & 80 \leq x < 90 \\ 1; & x \geq 90 \end{cases}$$

e) Grafik Keanggotaan Untuk Variabel Kondisi Lantai Rumah



Gambar 8. Grafik Variabel Kondisi Lantai Rumah

Representasi dari fungsi keanggotaan untuk variabel Tanah dan Keramik menggunakan persamaan (1) sedangkan untuk variabel Semen menggunakan persamaan (2). Adapun untuk perhitungannya tersaji pada perhitungan berikut:

$$\mu \text{ Tanah } [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 30 \\ \frac{(40 - x)}{(40 - 30)}; & 30 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Semen } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 85 \\ \frac{(x - 35)}{(60 - 35)}; & 35 \leq x \leq 60 \\ \frac{(85 - x)}{(85 - 60)}; & 60 \leq x < 85 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Keramik } [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 80 \\ \frac{(x - 80)}{(90 - 80)}; & 80 \leq x < 90 \\ 1; & x \geq 90 \end{cases}$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan terhadap salah satu sampel data yang diperoleh saat wawancara dengan salah satu ketua penerima atau salah satu pembantu pendamping dalam proses penentuan. Untuk sampel data yang dimaksud adalah Keluarga yang memiliki penghasilan Rp. 1.800.000 dengan aset yang dimiliki sebesar Rp. 15.000.000 dengan status kepemilikan rumah bernilai 80 dengan kondisi dinding rumah bernilai 70 serta kondisi lantai rumah bernilai 60 dan Syarat Khusus Terpenuhi atau Ada. Dari kriteria tersebut maka dilakukanlah proses *fuzzyfikasi* dengan hasil sebagai berikut:

- 1) penghasilan 1.800.000 berada di kurva **rendah** = 0,4 dan **Sedang** = 0,6
- 2) Aset 15.000.000 berada di kurva **Rendah** = 0,2 dan Sedang = 0,2
- 3) Kepemilikan Rumah 80 berada di kurva **Sewa** = 0,2
- 4) Kondisi Dinding Rumah 70 berada di kurva **Setengah Bata** = 0,6
- 5) Kondisi Lantai Rumah 60 berada di kurva **Semen** = 1
- 6) Syarat Khusus **Terpenuhi** = 1

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Berdasarkan contoh salah satu keluarga terdapat aturan yang sesuai yaitu aturan ke **28, 82, 190** dan **44**. Adapun untuk penentuan nilainya menggunakan persamaan (4).

α Predikat 28 = MIN (μ Penghasilan Rendah [0,4] \cap μ Aset Rendah [0,5] \cap μ Status Rumah Sewa [0,2] \cap μ Kondisi Dinding Rumah Setengah Bata [1] \cap μ Kondisi Lantai Rumah Semen [1] \cap μ Syarat Khusus Ada [1]) Maka Sangat Membutuhkan

α Predikat 28 = MIN (0,4 ; 0,5 ; 0,2 ; 1 ; 1 ; 1)

α Predikat 28 = 0,2

α Predikat 28 = Sangat Membutuhkan (0,2)

α Predikat 82 = MIN (μ Penghasilan Rendah [0,4] \cap μ Aset Sedang [0,5] \cap μ Status Rumah Sewa [0,2] \cap μ Kondisi Dinding Rumah Setengah Bata [1] \cap μ Kondisi Lantai Rumah Semen [1] \cap μ Syarat Khusus Ada [1]) Maka Membutuhkan

α Predikat 82 = MIN (0,4 ; 0,5 ; 0,2 ; 1 ; 1 ; 1)

α Predikat 82 = 0,2

α Predikat 82 = Membutuhkan (0,2)

α Predikat 190 = MIN (μ Penghasilan Sedang [0,6] \cap μ Aset Rendah [0,5] \cap μ Status Rumah Sewa [0,2] \cap μ Kondisi Dinding Rumah Setengah Bata [1] \cap μ Kondisi Lantai Rumah Semen [1] \cap μ Syarat Khusus Ada [1] Maka Membutuhkan

α Predikat 190 = MIN (0,6 ; 0,5 ; 0,2 ; 1 ; 1 ; 1)

α Predikat 190 = 0,2

α Predikat 190 = Membutuhkan (0,2)

α Predikat 244 = MIN (μ Penghasilan Sedang [0,6] \cap μ Aset Sedang [0,5] \cap μ Status Rumah Sewa [0,2] \cap μ Kondisi Dinding Rumah Setengah Bata [1] \cap μ Kondisi Lantai Rumah Semen [1] \cap μ Syarat Khusus Ada [1]

α Predikat 244 = MIN (0,4 ; 0,5 ; 0,2 ; 1 ; 1 ; 1)

α Predikat 244 = 0,2

α Predikat 244 = Membutuhkan (0,2)

3. Komposisi Aturan

Berdasarkan Fungsi Implikasi untuk contoh kasus salah satu keluarga terdapat empat nilai variabel *output* yang dihasilkan dari aturan yang sesuai, maka untuk selanjutnya nilai tersebut disusun dan dicari nilai *max* dengan menggunakan persamaan (6). Adapun untuk perhitungannya tersaji pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}\mu(\text{Sangat Membutuhkan}) &= \text{MAX}(0,2 ; 0,2 ; 0,2) \\ &= 0,2 \\ \mu(\text{Membutuhkan}) &= \text{MAX}(0,2) \\ &= 0,2\end{aligned}$$

4. Defuzifikasi

Nilai yang digunakan dalam tahapan ini berasal dari nilai maksimum yang ada pada tahapan komposisi aturan. Untuk mencari nilai akhir maka perhitungan ini menggunakan persamaan (6) yang proses perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Z_{58} &= \frac{(40 + 50 + 60 + 70) * 0,2 + (80 + 90 + 100) * 0,2}{0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2} \\ Z_{58} &= \frac{98}{1,4} \\ Z_{58} &= 70\end{aligned}$$

Maka keluarga sample termasuk membutuhkan program bantuan ini karena menghasilkan nilai 70 yang termasuk derajat keanggotaan membutuhkan

B. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix*. Untuk mengukur akurasi dari penerapan model ini maka peneliti melakukan pengujian terhadap data yang telah peroleh sebanyak 50 data penerima dan 50 data bukan penerima. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sistem prediksi yang telah dibangun sebelumnya yang mana dalam sistem tersebut sudah di terapkan logika *fuzzy* dalam proses pentuannya. Adapun untuk hasil pengujiannya dapat tersaji pada tabel 4.

Tabel 4: Hasil Prediksi

Keluarga	Penghasilan	Aset	Status	Prediksi
Keluarga 1	1.000.000	7.000.000	PKH	Sangat Membutuhkan
Keluarga 2	1.000.000	15.000.000	PKH	Sangat Membutuhkan
Keluarga 3	1.600.000	18.000.000	PKH	Belum Membutuhkan
Keluarga 4	2.300.000	20.000.000	BUKAN	Belum Membutuhkan
Keluarga 5	1.600.000	12.000.000	PKH	Sangat Membutuhkan
Keluarga 6	1.800.000	14.000.000	PKH	Membutuhkan
Keluarga 7	3.000.000	40.000.000	BUKAN	Belum Membutuhkan
Keluarga 8	3.000.000	40.000.000	BUKAN	Belum Membutuhkan
Keluarga 9	3.500.000	20.000.000	BUKAN	Belum Membutuhkan
Keluarga 10	2.800.000	33.000.000	BUKAN	Belum Membutuhkan
...
Keluarga 100	850.000	8.000.000	PKH	Membutuhkan

Setelah dilakukan pengujian terhadap 100 keluarga maka dilakukan pengolahan untuk mencari nilai *True Positive*, *False Positive*, *False Negative* dan *True Negative*. Sehingga diperoleh *True Positive* sebesar 44, *False Positive* 7, *False Negative* 6 dan *True Negative* sebesar 43. Dari nilai tersebut dimasukan kedalam tabel *confusion matrix* yang tersaji pada tabel 5.

Tabel 5: *Confusion Matrix*

Prediksi	Aktual	
	PKH	BUKAN
PKH	44	7
BUKAN	6	43

Adapun untuk menghitung nilai *Recall* ini menggunakan persamaan (7) dan untuk proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Recall (Sensitivity) = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{44}{44 + 6} = \frac{44}{50} = 0,88$$

Kemudian, untuk menghitung nilai *specificity* ini menggunakan persamaan (8) dan untuk proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Specificity = \frac{TN}{N} = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{43}{43 + 7} = \frac{43}{50} = 0,86$$

Kemudian, untuk menghitung nilai *precision* ini menggunakan persamaan (9) dan untuk proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{44}{44 + 7} = \frac{44}{51} = 0,86$$

Adapun untuk hasil perhitungan *Recall*, *Specificity* dan *Precision* dapat tersaji pada tabel 6. Nilai *Recall*, *Specificity* dan *Precision*.

Tabel 6: Nilai *Recall*, *Specificity* dan *Precision*

Nilai	
<i>Recall (Sensitivity)</i>	0,88
<i>Specificity</i>	0,86
<i>Precision</i>	0,86

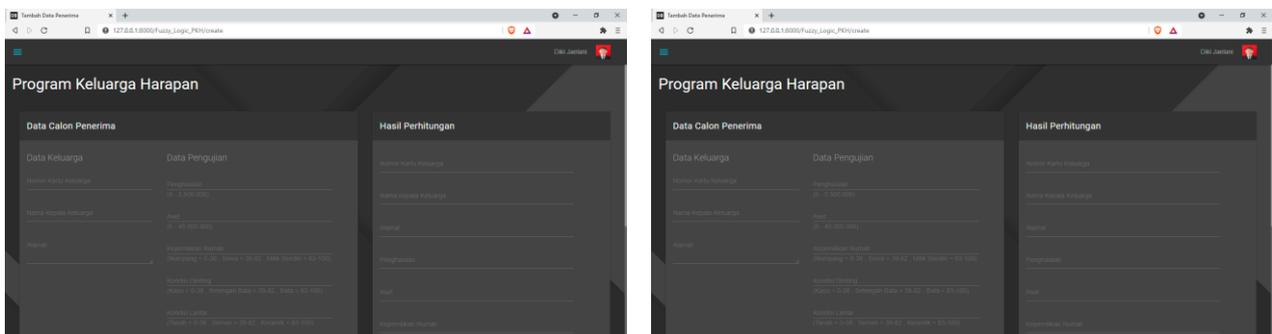
Setelah didapat nilai dari *recall*, *specificity* dan *precision* maka untuk Langkah selanjutnya adalah mencari nilai akurasi. Adapun untuk mencari nilai akurasi ini dengan menggunakan persamaan (10) dan proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{P + N} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{44 + 43}{44 + 43 + 7 + 6} = \frac{87}{100} = 0,87$$

Maka untuk nilai akurasi dari model logika fuzzy dalam sistem prediksi sebesar 87 %, nilai recall 88% dan presisi sebesar 86%

C. Implementasi Aplikasi

Logika *fuzzy* model mamdani ini diterapkan pada sebuah Sistem prediksi calon penerimaan program keluarga harapan yang berbasiskan Web. Sistem ini dibuat dengan menggunakan Bahasa pemrograman PHP dan menggunakan *framework* Laravel. Dalam sistem prediksi ini memuat mengenai proses perhitungan dari calon penerima bantuan. Adapun untuk tampilan dari aplikasi ini tersaji pada gambar Berikut:



Gambar 10: Tampilan Perhitungan Calon Penerima Bantuan

IV. KESIMPULAN

Sistem prediksi ini menerapkan logika *fuzzy* pada proses penentuan calon penerima dengan nilai akurasi sebesar 87 % terhadap 100 sampel uji yang terdiri dari 50 penerima dan 50 bukan penerima. Sistem prediksi ini dirancang berbasis web dengan menggunakan Bahasa pemrograman PHP serta menggunakan *framework* Laravel. Sistem prediksi ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam proses penentuan calon penerima bantuan program keluarga harapan. Adapun untuk saran penelitian kedepannya, Dalam penggunaan logika *fuzzy*, variabel *input* dalam pengujian bisa lebih diperbanyak serta penentuan nilai dari tiap tingkatan variabel lebih bervariasi guna untuk menghasilkan nilai yang lebih detail dan dalam memprediksi calon penerima dapat menggabungkan beberapa Algoritma yang berbeda untuk menghasilkan akurasi yang bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Sosial Republik Indonesia, “Pedoman Pelaksanaan PKH Tahun 2019,” pp. 1–69, 2019, [Online]. Available: https://pkh.kemsos.go.id/dokumen/PEDOMAN_PELAKSANAAN_PKH_2019.pdf.
- [2] A. Dede Wintana, Hikmatulloh, Nurul Ichsan, Jajang Jaya Purnama and Rahmawati, “Klasifikasi Penentuan Penerima Manfaat Program Keluarga Harapan (Pkh),” vol. 06, no. 03, pp. 254–264, 2019.
- [3] I. P. Pertiwi, F. Fedinandus, and A. D. Limantara, “Sistem Pendukung Keputusan Penerima Program Keluarga Harapan (PKH) Menggunakan Metode Simple Additive Weighting,” *CAHAYAtech*, vol. 8, no. 2, p. 182, 2019, doi: 10.47047/ct.v8i2.46.
- [4] S. S. Allan Wahyu Sekti Sriwibowo, Aslan Alwi, “Implementation of Naïve Bayes Algorithm on Prediction of Acceptance of Keluarga Harapan Program (PKH) Penerapan Algoritma Naïve Bayes dalam,” vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.21070/jicte.v4i1.916.
- [5] A. A. Sidiq and F. W. Christanto, “Algoritma Naive Bayes Untuk Penentuan Pkh (Program Keluarga Harapan) Berbasis Sistem Pendukung Keputusan (Studi Kasus : Kelurahan Karanganyar Gunung Se- Marang),” vol. 14, no. 1, pp. 65–71, 2020.
- [6] K. Izzah, “Sistem pendukung keputusan kelayakan penerima program keluarga harapan (pkh) menggunakan algoritma analytic network process,” 2019.
- [7] D. Kurniadi, E. Abdurachman, H. L. H. S. Warnars, and W. Suparta, “The prediction of scholarship recipients in higher education using k-Nearest neighbor algorithm,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 434, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/434/1/012039.
- [8] D. Kurniadi, E. Abdurachman, H. L. H. S. Warnars, and W. Suparta, “Predicting student performance with multi-level representation in an intelligent academic recommender system using backpropagation neural network,” *ICIC Express Lett. Part B Appl.*, vol. 12, no. 10, pp. 883–890, 2021, doi: 10.24507/icicelb.12.10.883.
- [9] S. Nurhayati and I. Immanudin, “Penerapan Logika Fuzzy Mamdani untuk Prediksi Pengadaan Peralatan Rumah Tangga Rumah Sakit Application of Fuzzy Mamdani Logic for Procurement Predictions Hospital Household Appliances,” vol. 8, no. 28, pp. 81–87, 2019, doi: 10.34010/komputika.v8i2.2254.
- [10] M. Martin and L. Nilawati, “Model Fuzzy Mamdani Untuk Penilaian Tingkat Kepuasan Pelayanan Pengaduan Masyarakat,” *J. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 237–247, 2018, doi: 10.31311/ji.v5i2.4170.
- [11] W. Buana, “Penerapan Fuzzy Mamdani Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Telepon Seluler,” *J. Edik Inform.*, vol. 2, pp. 138–143, 2015.
- [12] A. R. Wardani, Y. N. Nasution, and F. D. T. Amijaya, “Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani,” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2, p. 94, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.651.
- [13] D. Normawati and S. A. Prayogi, “Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter,” *Sains Komupter Inform.*, vol. 5, no. November 2019, pp. 697–711, 2021.
- [14] F. A. Harimurti and E. Riksakomara, “Klasifikasi Penerimaan Beasiswa Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier (Studi Kasus Universitas Trunojoyo Madura),” 2017.