



IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI PADA PREDIKSI BIAYA PEMAKAIAN LISTRIK

Emajulpia Aenun[✉], Mashuri

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima September 2022
Disetujui Oktober 2022
Dipublikasikan November 2022

Keywords:

Electricity, fuzzy logic, mamdani method, matlab

Abstrak

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Perkembangan teknologi yang sangat pesat membuat berbagai kegiatan dan peralatan semakin modern yang mana hanya dapat berjalan dengan adanya listrik. Semakin tingginya penggunaan listrik tentunya akan berdampak pada biaya pemakaian listrik. Logika fuzzy adalah salah satu sistem pendukung keputusan yang dapat diimplementasikan untuk permasalahan ketidakpastian. Tujuan penelitian ini ialah mengimplementasi logika fuzzy metode Mamdani pada prediksi biaya pemakaian listrik dan memperoleh hasil akurasi dari implementasi logika fuzzy tersebut. Adapun variabel yang digunakan yaitu luas rumah, perlengkapan elektronik, daya listrik, pendapatan ekonomi, dan biaya pemakaian listrik. Penelitian ini akan dilakukan dengan bantuan software Matlab karena terdapat berbagai tools untuk metode Mamdani. Berdasarkan hasil implementasi logika fuzzy metode Mamdani pada prediksi biaya pemakaian listrik diperoleh nilai MAPE sebesar 19,60% yang berarti memiliki nilai kebenaran sebesar 80,40%. Hal ini menunjukkan bahwa logika fuzzy metode Mamdani baik digunakan untuk memprediksi biaya pemakaian listrik di Kelurahan Gandasari, Kota Tangerang.

Abstract

Electricity is a very important need for human life. The rapid development of technology makes various activities and equipment more modern that can only run with electricity. The high use of electricity will certainly have an impact on electricity costs. Fuzzy logic is one of the decision support systems that can be implemented for uncertainty uncertainty. The purpose of this study is to implement the fuzzy logic of the Mamdani method in predicting the cost of electricity consumption and obtain accuracy results from the implementation of the fuzzy logic. The variables used are house area, electronic equipment, electrical power, economic income, and electricity usage costs. This research will be carried out with the help of Matlab software because there are various tools for the Mamdani method. Based on the implementation of the Mamdani fuzzy logic method on the prediction of the cost of using the MAPE value of 19.60%, which means it has a truth value of 80.40%. This shows that the fuzzy logic of the Mamdani method is good for predicting the cost of electricity consumption in Gandasari Village, Tangerang City.

How to cite:

Aenun, EJ. & Mashuri. 2021. Implementasi Logika Fuzzy Metode Mamdani Pada Prediksi Biaya Pemakaian Listrik. *UNNES Journal of Mathematics*. 11(2):179-188.

[✉]Alamat korespondensi:

E-mail: emajulpiaa@students.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Listrik saat ini menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Hampir semua kegiatan sehari-hari manusia menggunakan listrik seperti, memasak, belajar, bekerja, bermain, dan lain-lain. Ketergantungan manusia terhadap listrik berdampak pada terganggunya kehidupan manusia jika terjadi pemadaman listrik. Perkembangan teknologi yang pesat membuat berbagai kegiatan dan peralatan semakin modern yang mana hanya dapat berjalan dengan adanya listrik.

Semakin tingginya permintaan listrik pada masyarakat akan berdampak pada tingginya pasokan listrik yang harus diproduksi. Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai produsen listrik memastikan supaya pasokan listrik selalu terpenuhi. Akan tetapi, masyarakat diharapkan melakukan penghematan pemakaian listrik.

Penghematan listrik sangatlah penting dilakukan mulai dari sekarang. Hal tersebut dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti mencabut kabel dari saklar jika tidak digunakan, mematikan alat elektronik ketika tidur, dan lain sebagainya. Penghematan listrik akan berdampak pada biaya pemakaian listrik atau tagihan listrik. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi biaya pemakaian listrik antara lain, luas rumah, daya listrik, peralatan elektronik yang digunakan, dan pendapatan ekonomi. Dengan faktor-faktor tersebut dan memanfaatkan matematika dapat digunakan untuk memperkirakan biaya pemakaian listrik.

Matematika merupakan salah satu metode berpikir logis. Beberapa bidang matematika diantaranya bidang aljabar, statistika, analisis, dan lain-lain. Salah satu konsep logika matematika yaitu logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* merupakan alat yang efektif untuk menangani ambiguitas dan ketidakpastian sistem dunia nyata (Mayilvaganan, 2011). Pada kehidupan sehari-hari terdapat beberapa masalah yang erat hubungannya dengan ketidakpastian (Astuti & Mashuri, 2020).

Logika *fuzzy* merupakan logika yang berdasar pada teori himpunan *fuzzy*. Konsep logika *fuzzy* dapat diterapkan pada kehidupan sehari-hari antara lain untuk prakiraan cuaca, pengambilan keputusan pemberian kredit pembelian rumah, dan lain-lain. Logika *fuzzy* adalah salah satu sistem pendukung keputusan yang dapat diimplementasikan untuk memprediksi biaya pemakaian listrik. Alasan digunakan logika *fuzzy* adalah konsep

matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti, logika *fuzzy* sangat fleksibel, dan memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat (Kharomah, Rosyida, & Zaenuri, 2019). Salah satu sistem inferensi *fuzzy* yaitu metode *Mamdani*. Metode *Mamdani* memerlukan 4 tahapan untuk memperoleh *output*. Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem logika *fuzzy* yaitu Matlab (*Matrix Laboratory*). Pada *software* Matlab terdapat berbagai *tools* untuk metode *Mamdani*.

Beberapa penelitian tentang prediksi pemakaian listrik telah banyak dilakukan antara lain oleh Haryanto & Nasari (2015), Suprpto & Simanjuntak (2020). Selain itu, penelitian menggunakan logika *fuzzy* metode *Mamdani* telah dilakukan oleh Muthohar & Rahayu (2016), Wardani, Nasution, & Amijaya (2017), Maibang & Husein (2019). Berdasarkan penelitian Haryanto & Nasari (2015) menggunakan metode *fuzzy Mamdani* dan *Sugeno*, serta bantuan *software* Matlab mendapatkan hasil bahwa metode *Mamdani* tingkat keakuratannya lebih baik dibandingkan dengan metode *Sugeno*. Kemudian, berdasarkan penelitian Suprpto & Simanjuntak (2020) dengan 3 variabel *input* yaitu daya, total kWh, dan waktu diperoleh kesimpulan bahwa *fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk memprediksi pemakaian listrik.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti melakukan penelitian dengan pengembangan penelitian Haryanto & Nasari (2015) dan Suprpto & Simanjuntak (2020) dengan menambahkan variabel pendapatan ekonomi sebagai variabel *input* karena pendapatan ekonomi berpengaruh secara tidak langsung dengan biaya pemakaian listrik dan menggunakan variabel biaya pemakaian listrik menjadi variabel *output*. Sehingga, terdapat 4 variabel *input* yang digunakan yaitu luas rumah, daya listrik, perlengkapan elektronik, dan pendapatan ekonomi. Daya listrik dan perlengkapan elektronik merupakan faktor yang berpengaruh secara langsung, sedangkan luas rumah dan pendapatan ekonomi merupakan faktor yang berpengaruh secara tidak langsung dengan biaya pemakaian listrik. Semakin luasnya suatu bangunan rumah tentunya akan membutuhkan listrik yang lebih tinggi untuk menyediakan penerangan di setiap ruangan, selain itu besarnya pendapatan ekonomi dapat menyebabkan adanya kemungkinan untuk membeli perlengkapan elektronik atau keinginan menambah jumlah

daya listrik. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengimplementasikan logika *fuzzy Mamdani* pada prediksi biaya pemakaian listrik di daerah Kelurahan Gandasari, Kota Tangerang. Penentuan lokasi penelitian didasarkan atas pertimbangan bahwa lokasi mudah dijangkau oleh peneliti, selain itu masyarakat di lokasi tersebut sesuai dengan karakteristik pada penelitian ini. Adapun faktor-faktor yang digunakan oleh peneliti yaitu luas rumah, daya listrik, perlengkapan elektronik, dan pendapatan ekonomi. Sehingga, penelitian tersebut akan bertujuan untuk mengimplementasikan logika *fuzzy* metode *Mamdani* pada prediksi biaya pemakaian listrik dan memperoleh hasil akurasi dari implementasi logika *fuzzy* tersebut

METODE

Pada Juni 1965 pertama kali konsep logika *fuzzy* diperkenalkan oleh professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California (Kaswidjanti, Aribowo, & Wicaksono, 2014). Teori himpunan *fuzzy* merupakan dasar dari logika *fuzzy*. Menurut Edy Victor Haryanto (2015) Teori ini menyatakan bahwa derajat keanggotaan dari suatu elemen himpunan bukanlah hanya terdiri dari 0 dan 1 (bukan anggota himpunan dan anggota himpunan), dan nilai yang diuji hanya 0 dan 1, sehingga seolah-olah ada daerah “abu-abu” daerah yang berlogika antara 0 dan 1.

Logika *fuzzy* merupakan salah satu algoritma yang dipelajari dalam *artificial intelligent*. Logika *fuzzy* diterapkan dalam berbagai bidang, seperti bidang kedokteran (mendeteksi penyakit), ekonomi, dan lain-lain. Secara umum logika *fuzzy* diimplementasikan pada permasalahan yang mengandung ketidakpastian. Terdapat beberapa metode penalaran yang digunakan dalam membangun sebuah sistem *fuzzy* antara lain: metode *Tsukamoto*, *Mamdani* dan *Sugeno* (Jayanti & Hartati, 2012).

Metode *Mamdani* diperkenalkan pertama kali oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 (Agboola, Gabriel, Aliyu, & Alese, 2013). Metode *Mamdani* disebut juga metode *Max-Min*. Beberapa tahapan yang diperlukan untuk mendapatkan *output* sebagai berikut: (Arifin, 2015)

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*
Pada tahap ini, setiap variabel *input* maupun *output* akan dibagi menjadi beberapa himpunan *fuzzy*.
2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi Implikasi yang digunakan pada metode *Mamdani* adalah *Min*.

3. Komposisi Aturan
Pada komposisi aturan sistem terdiri dari beberapa aturan. Sehingga, inferensi diperoleh dari gabungan antar aturan. Terdapat 3 metode yang dapat digunakan dalam melakukan *Fuzzy Inference System*, yaitu: *Max*, *Additive*, dan Probabilistik *OR*.
4. Penegasan (*Defuzzifikasi*)
Pada proses *defuzzifikasi*, yaitu mengubah *output* dari komposisi aturan yang berbentuk himpunan *fuzzy* menjadi suatu nilai *crisp* dari himpunan *fuzzy* tersebut. Terdapat 5 metode *defuzzifikasi* yang digunakan pada metode *Mamdani*, yaitu *centroid of area*, *bisector*, *mean of maximum*, *largest of maximum*, dan *smallest of maximum*. (Sutikno & Waspada, 2012)

MAPE merupakan pengukuran kesalahan (*error*) yang dihitung menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode (Hajar, Badawi, Setiawan, Noor, & Siregar, 2020). Nilai *error* didapat dengan mengurangi data aktual dan nilai peramalan. Dalam mengevaluasi peramalan yaitu dengan melakukan perbandingan antara hasil prediksi dan kenyataan yang terjadi. (Wardani et al., 2017)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|X_i - F_i|}{X_i} \times 100\%}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

X_i = Data aktual pada periode- i

F_i = Nilai peramalan pada periode- i

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Menurut Lewis (1982), nilai MAPE dapat diinterpretasikan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi Nilai MAPE

MAPE (%)	Interpretasi
<10	Peramalan yang sangat akurat
10 – 20	Peramalan yang baik
20 – 50	Peramalan yang masuk akal
>50	Peramalan tidak akurat

Tahap Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu, studi pustaka, perumusan masalah, pemecahan masalah, dan penarikan kesimpulan.

1. Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan untuk memperoleh data sebagai referensi dalam penelitian. Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengumpulkan sumber pustaka yang relevan seperti buku, jurnal, skripsi, dan sebagainya yang berkaitan dengan penelitian. Data yang diperoleh yaitu

- mengenai logika *fuzzy*, konsep himpunan *fuzzy*, metode Mamdani, Matlab, MAPE, dan daya listrik. Kemudian, melakukan pemahaman isi sumber pustaka yang didapat untuk dijadikan landasan dalam menganalisis permasalahan penelitian.
2. Perumusan Permasalahan
Perumusan masalah diperlukan untuk membatasi permasalahan sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas dan akan lebih mudah untuk menentukan langkah dalam memecahkan masalah tersebut.
 3. Pemecahan Masalah
Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dilakukan penyusunan langkah-langkah untuk memecahkan masalah tersebut.
 - a. Pengumpulan Data
Pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuesioner/angket kepada 50 responden (masyarakat Kelurahan Gandasari, Kota Tangerang) yang memiliki meter secara acak.
 - b. Pendefinisian Variabel
Adapun variabel yang digunakan yaitu, variabel luas rumah, perlengkapan elektronik, daya listrik, pendapatan ekonomi, dan biaya pemakaian listrik.
 - c. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*
Pada tahap ini dilakukan proses *fuzzyfikasi* untuk masing-masing variabel *fuzzy*. Setiap variabel *input* dan *output* dibentuk menjadi beberapa himpunan *fuzzy*.
 - d. Pembentukan Aturan-Aturan *Fuzzy*
Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan aturan-aturan berupa implikasi *fuzzy* yang menyatakan relasi antara variabel *input* dan variabel *output*.
 - e. Perancangan Implementasi
Perancangan implementasi dilakukan pada *software* Matlab.
 - f. Pengujian Sistem
Pengujian sistem akan dilakukan dengan melakukan analisis data pada sistem yang telah dibangun pada Matlab dan secara manual. Analisis data menggunakan logika *fuzzy Mamdani*.
 - g. Hasil Pengujian Sistem
Hasil pengujian sistem diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

4. Penarikan Kesimpulan
Langkah terakhir dalam penelitian adalah penarikan kesimpulan. Pada bagian ini dilakukan penarikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil pemecahan masalah. Sehingga, kesimpulan berisi tentang permasalahan yang diteliti..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan data-data yang berkaitan tentang faktor penyebab tinggi rendahnya biaya pemakaian listrik yang meliputi luas rumah, perlengkapan elektronik, daya listrik, dan pendapatan ekonomi.

Pendefinisian Variabel

Pada penelitian ini terdapat 5 variabel yang terdiri dari 4 variabel *input* dan 1 variabel *output* yaitu seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Pendefinisian Variabel

Fungsi	Nama Variabel	Satuan
Input	Luas Rumah	m^2
	Daya Listrik	VA
	Perlengkapan Elektronik	Unit
	Pendapatan Ekonomi	Rupiah
Output	Biaya Pemakaian Listrik	Rupiah

Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pembentukan himpunan *fuzzy* disebut juga dengan proses *fuzzyfikasi* yang merupakan proses mengubah data *input* bernilai tegas menjadi *input* dalam bentuk derajat keanggotaan himpunan *fuzzy*. Adapun pembentukan himpunan *fuzzy* pada prediksi biaya pemakaian listrik dapat dilihat seperti Tabel 3.

Tabel 3. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Nama Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Luas Rumah	STANDAR	[0 55]
	MEDIUM	[40 120]
	BESAR	[105 250]
Daya Listrik	RENDAH	[0 900]
	SEDANG	[450 1350]
	TINGGI	[900 2200]
Perlengkapan Elektronik	SEDIKIT	[1 7]
	NORMAL	[5 13]
	BANYAK	[11 18]
Pendapatan Ekonomi	RENDAH	[0 2,5]
	SEDANG	[2 6,5]
	TINGGI	[6 10]
Biaya Pemakaian	RENDAH	[0 300]
	SEDANG	[200 500]

Listrik TINGGI [400 1200]

perhitungan metode *Mamdani*. Adapun aturan *fuzzy* dari prediksi biaya pemakaian listrik terdapat 81 aturan seperti pada Tabel 4.

Pembentukan Aturan-Aturan Fuzzy

Aturan-aturan *fuzzy* akan digunakan untuk memperoleh hasil *output* sesuai dengan

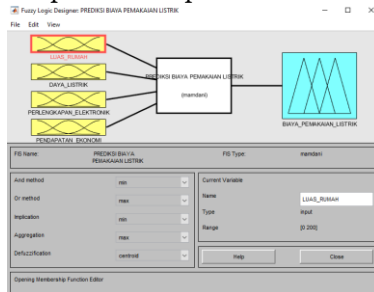
Tabel 4. Aturan-Aturan Fuzzy

NO	LUAS RUMAH	DAYA LISTRIK	PERLENGKAPAN ELEKTRONIK	PENDAPATAN EKONOMI	BIAYA PEMAKAIAN LISTRIK
1	STANDAR	RENDAH	SEDIKIT	RENDAH	RENDAH
2	STANDAR	RENDAH	SEDIKIT	SEDANG	RENDAH
3	STANDAR	RENDAH	SEDIKIT	TINGGI	RENDAH
4	STANDAR	RENDAH	NORMAL	RENDAH	RENDAH
5	STANDAR	RENDAH	NORMAL	SEDANG	RENDAH
6	STANDAR	RENDAH	NORMAL	TINGGI	SEDANG
7	STANDAR	RENDAH	BANYAK	RENDAH	RENDAH
8	STANDAR	RENDAH	BANYAK	SEDANG	SEDANG
9	STANDAR	RENDAH	BANYAK	TINGGI	SEDANG

Perancangan Implementasi

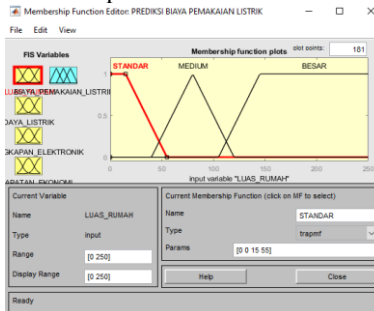
Perancangan implementasi dilakukan pada *software* Matlab R2020a yang akan digunakan sebagai sistem untuk mengetahui data hasil prediksi biaya pemakaian listrik.

1. Perancangan Diagram *Fuzzy Inference System* diperlihatkan pada Gambar 1.



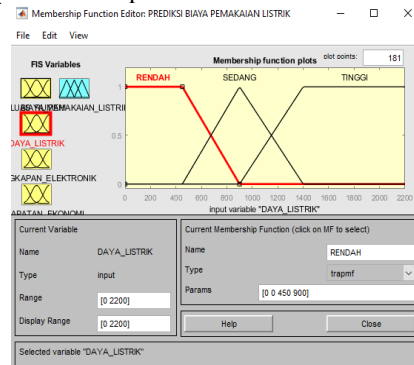
Gambar 1. Tampilan Diagram *Fuzzy Inference System*

2. Perancangan *Input* Luas Rumah diperlihatkan pada Gambar 2.



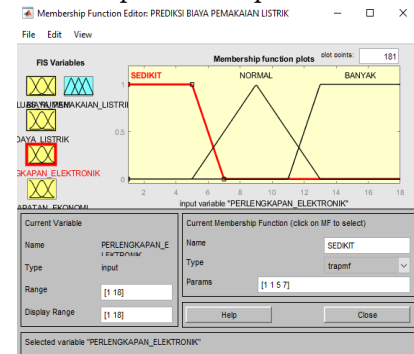
Gambar 2. Perancangan *Input* Luas Rumah

3. Perancangan *Input* Daya Listrik diperlihatkan pada Gambar 3.



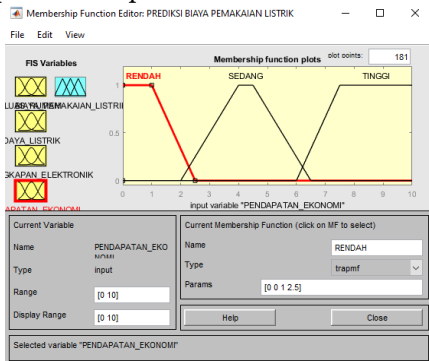
Gambar 3. Perancangan *Input* Daya Listrik

4. Perancangan *Input* Perengkapan Elektronik diperlihatkan pada Gambar 4.



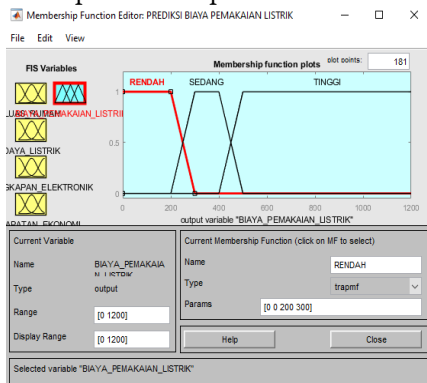
Gambar 4. Perancangan *Input* Perengkapan Elektronik

5. Perancangan *Input* Pendapatan Ekonomi diperlihatkan pada Gambar 5.



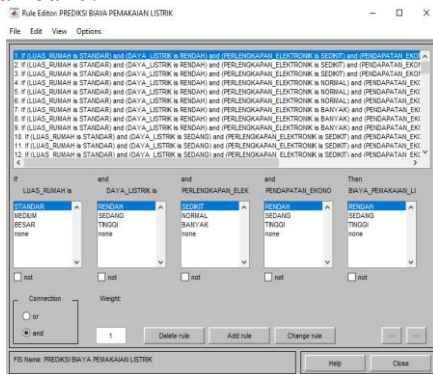
Gambar 5. Perancangan *Input* Pendapatan Ekonomi

6. Perancangan *Output* Biaya Pemakaian Listrik diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perancangan *Output* Biaya Pemakaian Listrik

7. Perancangan *Rule* diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perancangan *Rule*

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan setelah sistem dibentuk untuk mengetahui prediksi biaya pemakaian listrik berdasarkan luas rumah, daya listrik, perlengkapan elektronik, dan pendapatan ekonomi.

Analisis contoh kasus:

No. Responden 1 memiliki luas rumah sebesar $63 m^2$, daya listrik yang digunakan sebesar 1300 VA, banyaknya perlengkapan elektronik yang digunakan sebanyak 10 unit, dan pendapatan ekonomi per bulannya adalah Rp5.000.000. Berapa prediksi biaya pemakaian listrik yang perlu dibayar?

- **Perhitungan Menggunakan Software Matlab Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani**

Masukkan data dari setiap variabel *input* yaitu $[63;1300;10;5]$ ke dalam FIS metode Mamdani yang telah dibangun di Matlab pada bagian *rule viewer* seperti pada Gambar 8.



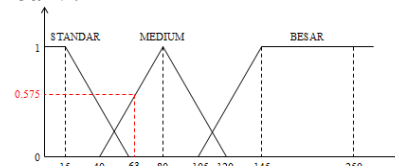
Gambar 8. Prediksi Biaya Pemakaian Listrik Pada Contoh Kasus Menggunakan Matlab

Berdasarkan hasil dari sistem prediksi biaya pemakaian listrik diperoleh biaya pemakaian listrik yang perlu dibayar No.Responden 1 adalah Rp350.000.

- **Perhitungan Manual Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani**

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

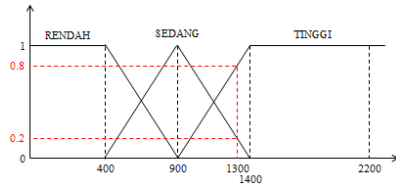
- (1) Fungsi keanggotaan dari luas rumah sebesar $63 m^2$ dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Variabel Luas Rumah

$$\mu_{lrMEDIUM}(63) = \frac{63 - 40}{80 - 40} = \frac{23}{40} = 0,575$$

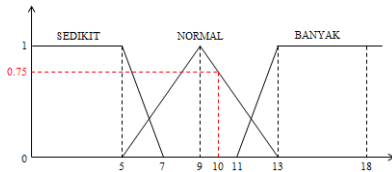
- (2) Fungsi keanggotaan dari daya listrik sebesar 1300 VA dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan Variabel Daya Listrik

$$\begin{aligned} \mu_{dISEDANG}(1300) &= \frac{1400 - 1300}{1400 - 900} \\ &= \frac{100}{500} = 0,2 \\ \mu_{dITINGGI}(1300) &= \frac{1300 - 900}{1400 - 900} \\ &= \frac{400}{500} = 0,8 \end{aligned}$$

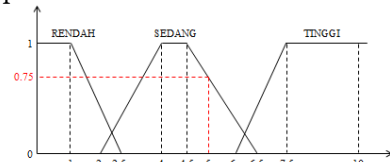
- (3) Fungsi keanggotaan dari perlengkapan elektronik sebanyak 10 unit dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Fungsi Keanggotaan Variabel Perlengkapan Elektronik

$$\mu_{peNORMAL}(10) = \frac{13 - 10}{13 - 9} = \frac{3}{4} = 0,75$$

- (4) Fungsi keanggotaan dari pendapatan ekonomi per bulan sebesar Rp 3.000.000 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Fungsi Keanggotaan Variabel Pendapatan Ekonomi

$$\mu_{penSEDANG}(5) = \frac{6,5 - 5}{6,5 - 4,5} = \frac{1,5}{2} = 0,75$$

2. Aplikasi Fungsi Implikasi
[R1] JIKA luas rumah MEDIUM, daya listrik SEDANG, perlengkapan elektronik NORMAL, dan pendapatan ekonomi SEDANG, MAKA biaya pemakaian listrik SEDANG

$$\begin{aligned} \mu_{R1} &= \mu_{lmMEDIUM}[x] \cap \mu_{dISEDANG}[x] \cap \\ &\quad \mu_{peNORMAL}[x] \cap \mu_{penSEDANG}[x] \\ &= \min(\mu_{lmMEDIUM}[63], \mu_{dISEDANG}[1300], \\ &\quad \mu_{peNORMAL}[10], \mu_{penSEDANG}[5]) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \min(0,575; 0,2; 0,75; 0,75) \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

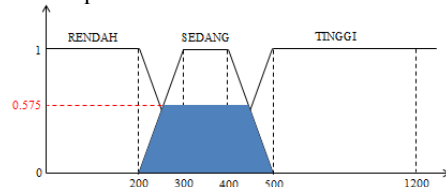
[R2] JIKA luas rumah MEDIUM, daya listrik TINGGI, perlengkapan elektronik NORMAL, dan pendapatan ekonomi SEDANG, MAKA biaya pemakaian listrik SEDANG

$$\begin{aligned} \mu_{R2} &= \mu_{lmMEDIUM}[x] \cap \mu_{dITINGGI}[x] \cap \\ &\quad \mu_{peNORMAL}[x] \cap \mu_{penSEDANG}[x] \\ &= \min(\mu_{lmMEDIUM}[63], \mu_{dITINGGI}[1300], \\ &\quad \mu_{peNORMAL}[10], \mu_{penSEDANG}[5]) \\ &= \min(0,575; 0,8; 0,75; 0,75) \\ &= 0,575 \end{aligned}$$

3. Komposisi Aturan

$$\begin{aligned} \mu_{sf}[x] &= \max(\mu_{bpISEDANG}[x]) \\ &= \max(0,2; 0,575) \\ &= 0,575 \end{aligned}$$

Daerah hasil komposisi aturan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Daerah Hasil Komposisi Aturan

Selanjutnya, menentukan titik potong aturan ketika $\mu_{bpISEDANG} = 0,575$ sebagai berikut:

a. Titik potong 1

$$\begin{aligned} \frac{t_1 - 200}{300 - 200} &= 0,575 \\ t_1 - 200 &= 0,575(100) \\ t_1 - 200 &= 57,5 \\ t_1 &= 57,5 + 200 \\ t_1 &= 257,5 \end{aligned}$$

b. Titik potong 2

$$\begin{aligned} \frac{500 - t_2}{500 - 400} &= 0,575 \\ 500 - t_2 &= 0,575(100) \\ 500 - 57,5 &= t_2 \\ t_2 &= 442,5 \end{aligned}$$

Sehingga, diperoleh daerah solusi fuzzy seperti gambar 13 dengan fungsi keanggotannya sebagai berikut:

$$\mu_{bpI}[z] = \begin{cases} \frac{z - 200}{300 - 200}; & 200 \leq z \leq 257,5 \\ 0,575; & 257,5 \leq z \leq 442,5 \\ \frac{500 - z}{500 - 400}; & 442,5 \leq z \leq 500 \end{cases}$$

4. Penegasan (*Defuzzifikasi*)

Perhitungan *defuzzifikasi* ketika luas rumah 63 m^2 , daya listrik 1300 VA, perlengkapan elektronik 10 buah, dan pendapatan ekonomi Rp5.000.000 adalah sebagai berikut:

$$M_1 = \int_{200}^{257,5} \frac{z - 200}{300 - 200} z dz$$

$$= 3.939,95$$

$$M_2 = \int_{257,5}^{442,5} (0,575) z dz$$

$$= 37.231,25$$

$$M_3 = \int_{442,5}^{500} \frac{500 - z}{500 - 442,5} z dz$$

$$= 13.272,92$$

$$A_1 = \int_{200}^{257,5} \frac{z - 200}{300 - 200} dz$$

$$= 16,53125$$

$$A_2 = \int_{257,5}^{442,5} 0,575 dz$$

$$= 106,375$$

$$A_3 = \int_{442,5}^{500} \frac{500 - z}{500 - 442,5} dz$$

$$= 28,75$$

Sehingga, diperoleh titik pusat daerah *fuzzy* sebagai berikut:

$$z = \frac{\int_z \mu(z) z dz}{\int_z \mu(z) dz}$$

$$= \frac{M_1 + M_2 + M_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$= \frac{3.939,95 + 37.231,25 + 13.272,92}{16,53125 + 106,375 + 28,75}$$

$$= 358,99$$

Hasil dari perhitungan *defuzzifikasi* ketika luas rumah sebesar 63 m^2 , daya listrik 1300 VA, perlengkapan elektronik sebanyak 10 buah, dan pendapatan ekonomi perbulan Rp5.000.000 diperoleh biaya pemakaian listrik yang perlu dibayar adalah Rp358.990.

Hasil Pengujian Sistem

Setelah dilakukan pengujian sistem logika *fuzzy* metode Mamdani yang telah dibangun dengan bantuan *software* Matlab untuk mengetahui nilai prediksi biaya pemakaian listrik. Maka selanjutnya untuk mengetahui keakuratan prediksi logika *fuzzy* metode Mamdani dilakukan perhitungan MAPE. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan MAPE

NO. RESPONDEN	DATA AKTUAL (Rp)	LOGIKA FUZZY (Rp)	EROR	$\sum_{i=1}^n \frac{ X_i - F_i }{X_i} \times 100\%$
1	350000	350000	0	0.00
2	700000	769000	69000	9.86
3	120000	135000	15000	12.50
4	150000	135000	15000	10.00
5	200000	141000	59000	29.50
6	200000	201000	1000	0.50
7	285000	286000	1000	0.35
8	262000	350000	88000	33.59
9	150000	141000	9000	6.00
10	750550	758000	7450	0.99

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi logika *fuzzy* metode Mamdani pada prediksi biaya pemakaian

listrik di Kelurahan Gandasari, Kota Tangerang, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa implementasi logika *fuzzy* metode Mamdani pada prediksi biaya pemakaian listrik dengan bantuan *software* Matlab dilakukan

dengan 4 tahapan yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* dengan membagi setiap variabel menjadi 3 himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi *minimum*, komposisi aturan menggunakan metode *maximum*, dan *defuzzifikasi* menggunakan metode *centroid of area*. Serta, diperoleh nilai MAPE sebesar 19,60% yang berarti diperoleh nilai kebenaran sebesar 80,40%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Mamdani* baik digunakan untuk memprediksi biaya pemakaian listrik di Kelurahan Gandasari, Kota Tangerang. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dapat ditambahkan variabel *input* lain yang berkaitan dengan hasil *output*, menggunakan metode logika *fuzzy* lain yang kemudian dapat dibandingkan untuk memperoleh metode yang lebih efektif, dan dapat dikembangkan dengan perancangan pembuatan aplikasi yang memanfaatkan sistem logika *fuzzy* metode *Mamdani* pada prediksi biaya pemakaian listrik.

DAFTAR REFERENSI

- Agboola, A., Gabriel, A., Aliyu, E., & Alese, B. 2013. Development Of A Fuzzy Logic Based Rainfall Prediction Model. *International Journal of Engineering & Technology*. 3(4): 427–435
- Arifin, S. 2015. Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Untuk Mendeteksi Kerentanan Daerah Banjir Di Semarang Utara. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengerahuan Alam Universitas Negeri Semarang
- Astuti, D. P. P. & Mashuri. 2020. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dan Fuzzy Sugeno Dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor. *UNNES Journal of Mathematics*. 9(2): 75–84
- Hajar, S., Badawi, M., Setiawan, Y. D., Noor, M., & Siregar, H. 2020. Prediksi Perhitungan Jumlah Produksi Tahu Mahanda dengan Teknik Fuzzy Sugeno. *Jurnal Sains Komputer & Informatika*. 4(1): 210–219
- Haryanto, E. V. & Nasari, F. 2015. Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Memprediksi Tingginya Pemakaian Listrik (Studi Kasus Kelurahan XYZ). Seminar Nasional Matematika STMIK AMIKOM. Yogyakarta
- Jayanti, S. & Hartati, S. 2012. Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Dewasa Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*. 6(1): 55–66
- Kaswidjanti, W., Aribowo, A. S., & Wicaksono, C. B. 2014. Implementasi Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Pada Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Pemilikan Rumah. *Telematika*. 10(2): 137–146
- Kharomah, S. I., Rosyida, I., & Zaenuri. 2019. Implementasi Model Fuzzy-Wavelet Dan Fis Metode Mamdani Dalam Prediksi Nilai Tukar Eur/Idr. *UNNES Journal of Mathematics*. 8(2): 60–68
- Lewis, C. D. 1982. *Industrial And Business Forecasting Methods*. London: Butterworth
- Maibang, C. P. P. & Husein, A. M. 2019. Prediksi Jumlah Produksi Palm Oil Menggunakan Fuzzy Inference System Mamdani. *Jurnal Penelitian Teknik Informatika*. 3(1): 19–26
- Mayilvaganan, M. K. 2011. ANN And Fuzzy Logic Models For The Prediction Of Groundwater Level Of A Watershed. *International Journal on Computer Science and Engineering*. 3(6): 2523–2530
- Muthohar, A. & Rahayu, Y. 2016. Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Penilaian Kinerja Pelayanan Perawat. *Journal of Applied Intelligent System*. 1(1): 67–76
- Suprpto, H. & Simanjuntak, P. 2020. Fuzzy Logic Untuk Memprediksi Pemakaian Listrik Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Comasie*. 3(2): 31–39
- Sutikno, S. & Waspada, I. 2012. Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani Pada Motor Dc. *Jurnal Masyarakat Informatika*. 2(3): 27–38
- Wardani, A. R., Nasution, Y. N., & Amijaya,

F. D. T. 2017. Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*. 12(2): 94–103