

PENGARUH JUMLAH FUNGSI KEANGGOTAAN PADA METODE FUZZY LOGIC TERHADAP HASIL PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG

Sani Renartha Kusuma¹, Rukmi Sari Hartati², I Wayan Sukerayasa³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : sanirenarthakusuma@gmail.com¹, rukmisari@unud.ac.id²

, sukerayasa@unud.ac.id³

Abstrak

Beban listrik di Kabupaten Sumbawa Besar dari tahun 2011 – 2018 mengalami peningkatan rata – rata sebesar $\pm 6,6\%$. Estimasi beban listrik untuk tahun berikutnya belum diketahui, sehingga perlu dilakukan peramalan. Peramalan beban listrik mempunyai peranan penting dalam sistem manajemen energi. Banyak metode yang bisa digunakan untuk peramalan, salah satunya yaitu metode *fuzzy logic*. Metode *fuzzy logic* terdiri dari 3 komponen, yaitu Fuzzifikasi, *Fuzzy Inference System*, dan Defuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan komponen penting, maka diperlukan konfigurasi yang tepat agar dapat menghasilkan hasil simulasi yang mendekati data aktualnya. Simulasi dilakukan dalam 3 kondisi, yaitu kondisi pertama (3 fungsi keanggotaan), kondisi kedua (5 fungsi keanggotaan), dan kondisi ketiga (7 fungsi keanggotaan). Kondisi ketiga memperoleh nilai MAPE sebesar 2,42%, sedangkan kondisi kedua sebesar 3,34%, dan kondisi pertama sebesar 6,51%. Kondisi ketiga memperoleh hasil simulasi tahun 2026 sebesar 24,75 MW, sedangkan kondisi kedua sebesar 23,26 MW, dan kondisi pertama sebesar 20,97 MW. Kondisi ketiga merupakan kondisi terbaik pada penelitian ini, karena memiliki nilai MAPE yang paling kecil.

Kata kunci : Peramalan, Beban Listrik, *Fuzzy Logic*, Fuzzifikasi, *Fuzzy Inference System*, Defuzzifikasi, Fungsi Keanggotaan, dan MAPE.

Abstract

Electric load in Sumbawa Besar Regency from 2011 - 2018 experienced an average increase of $\pm 6.6\%$. The electric load for the following year is not yet known, so forecasting is needed. Electric load forecasting has an important role in the energy management system. Many methods can be used for forecasting, one of them is the fuzzy logic method. Fuzzy logic method consists of 3 components, those are Fuzzification, Fuzzy Inference System, and Defuzzification. Fuzzification is an important component of the fuzzy logic method, so the proper configuration is needed in order to produce forecasting that is close to the actual data. The simulation was carried out in 3 conditions, those are the first conditions (3 membership functions), the second condition (5 membership functions), and the third condition (7 membership functions). The third condition obtained a MAPE value of 2,42%, while the second condition was 3,34%, and the first condition was 6,51%. The third condition obtained the simulation results in 2026 at 24,75MW, while the second condition was at 23,26 MW, and the first condition was at 20,97MW. The third condition is the best condition in this study, because it has the smallest MAPE value.

Keywords: *Forecasting, Electric Loads, Fuzzy Logic, Fuzzification, Fuzzy Inference System, Defuzzification, Membership Function, and MAPE.*

1. PENDAHULUAN

Beban listrik di Kabupaten Sumbawa Besar, Nusa Tenggara Barat dari 2011 – 2018 mengalami peningkatan rata – rata sebesar $\pm 6,6\%$ [1]. Peningkatan beban listrik sejalan dengan bertambahnya konsumen tenaga listrik yang berdampak pada peningkatan Rasio Elektrifikasi (RE). RE NTB pada Tahun 2017 sebesar 85,10%, angka ini melampaui target yang

dipatok sebesar 80,10%, Sedangkan tahun sebelumnya, PLN NTB baru mampu merealisasikan RE sebesar 77,68%. Tahun 2017 Pulau Lombok telah memiliki RE sebesar 83,68%, sementara Pulau Sumbawa memiliki RE sebesar 88,92% [2].

Penyediaan dan penyaluran tenaga listrik perlu dilakukan dengan tepat, sehingga akan berdampak positif dalam sistem manajemen energi. Manajemen

energi dilakukan agar mencegah terjadinya krisis energi. Peramalan beban listrik memiliki peranan penting dalam sistem manajemen energi [3]. Peramalan beban listrik dilakukan menggunakan metode *fuzzy logic*. Contoh kasus peramalan menggunakan metode *fuzzy logic* pada sistem sulselrabar bulan April 2016, diperoleh kesalahan peramalan beban yang sangat kecil yaitu sebesar -0,039035754%, sehingga metode *fuzzy logic* sangat direkomendasikan untuk digunakan dalam studi peramalan beban listrik jangka panjang [4]. Metode *fuzzy logic* terdiri dari 3 komponen, yaitu Fuzzifikasi, *Fuzzy Inference System*, dan Defuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan komponen penting dari metode *fuzzy logic* dalam menentukan hasil *output*, maka diperlukan konfigurasi yang tepat agar dapat menghasilkan peramalan yang mendekati data aktualnya [5]. Fuzzifikasi terdiri dari jumlah fungsi keanggotaan dan tipe fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan terdiri dari beberapa tipe, yaitu tipe segitiga, tipe trapesium, tipe *gauss*, dan tipe *generalized bell*, sedangkan jumlah fungsi keanggotaan bisa bervariasi.

Peramalan beban listrik menggunakan tipe fungsi keanggotaan yang berbeda – beda akan menghasilkan *output* yang bervariasi. Tipe fungsi keanggotaan segitiga menghasilkan nilai *error* sebesar 1,4384%, untuk tipe fungsi keanggotaan *generalized bell* menghasilkan nilai *error* sebesar 1,4571%, dan tipe fungsi keanggotaan *gauss* menghasilkan nilai *error* sebesar 1,4513%. Fungsi keanggotaan yang memiliki nilai *error* paling kecil adalah fungsi keanggotaan segitiga, sehingga fungsi keanggotaan tersebut bagus digunakan untuk peramalan beban listrik [5].

Berdasarkan penjelasan tersebut, sampai saat ini belum ada dilaporkan mengenai pengaruh jumlah fungsi keanggotaan terhadap hasil peramalan beban listrik menggunakan *fuzzy logic*. Oleh karena itu, jurnal ini membahas tentang pengaruh jumlah fungsi keanggotaan terhadap hasil peramalan beban listrik jangka panjang.

2. METODE FUZZY LOGIC

2.1 Pengertian Fuzzy Logic

Logika yang memiliki nilai tidak pasti dalam menentukan antara benar dan salah adalah *fuzzy logic* [6]. *Fuzzy logic* memiliki

nilai antara 0 sampai 1 sesuai nilai derajat keanggotaan yang dimilikinya [7].

2.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [8]. Jumlah fungsi keanggotaan yang digunakan pada penelitian ini adalah 3, 5, dan 7. Selain itu, tipe fungsi keanggotaan yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe fungsi keanggotaan segitiga.

Kurva segitiga merupakan gabungan antara dua garis linier seperti yang terlihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Tipe Fungsi Keanggotaan Segitiga [9]

Persamaan fungsi keanggotaan segitiga sebagai berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

2.3 Mean Absolute Percentage Error

Kinerja peramalan dihitung menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang terdapat pada Persamaan 2 [11].

$$APE = \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right| \times 100 \quad (2)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n APE}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

APE = Persentase kesalahan absolut

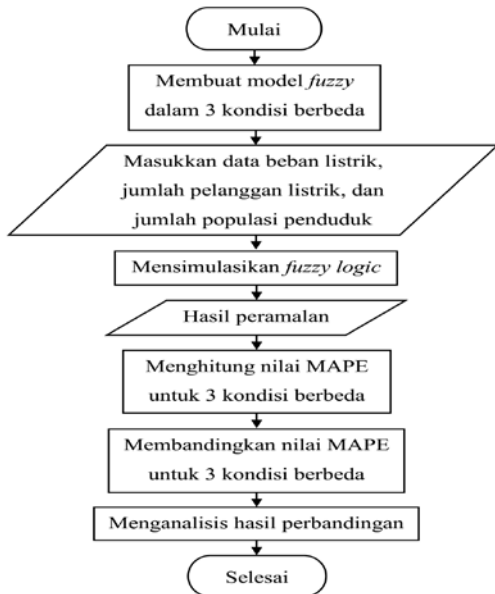
X_i = nilai aktual pada waktu i

F_i = nilai peramalan pada waktu i

n = banyaknya jumlah data

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Lab Elektro Universitas Udayana. Sumber data dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) Area Sumbawa, Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat, serta studi literatur yang berkaitan dengan tema pembahasan. Alur dari metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Alur Metode Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Variabel Fuzzy Logic

Penelitian ini menggunakan 4 variabel *input* dan 4 variabel *output*. Variabel *input* yang digunakan, yaitu *In1*, *In2*, *In3*, dan *In4*. Variabel *output* yang digunakan, yaitu *Out1*, *Out2*, *Out3*, dan *Out4*.

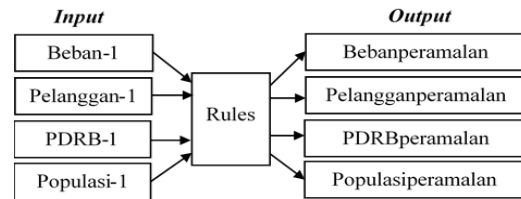
Tabel 1 Data Input Aktual

Tahun	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
2011	11,49	87,81	6,81	422,19
2012	12,51	96,77	7,41	427,12
2013	13	106,68	8,05	431,92
2014	13,27	116,86	9,07	436,6
2015	15,21	124,92	10,29	441,1
2016	16,05	133,21	11,39	445,5
2017	17,12	143,21	11,93	449,68
2018	17,98	152,4	12,79	454,65

V₁ adalah Beban Listrik (MW), V₂ adalah Jumlah Pelanggan Listrik (Ribuan Rumah Tangga), V₃ adalah PDRB (Triliunan Rupiah), dan V₄ adalah Jumlah Populasi Penduduk (Ribuan Jiwa).

4.2 Model Fuzzy Logic

Penelitian ini membuat model *fuzzy* pada 3 kondisi yang berbeda, yaitu kondisi pertama (3 fungsi keanggotaan), kondisi kedua (5 fungsi keanggotaan), dan kondisi ketiga (7 fungsi keanggotaan). Tipe fungsi keanggotaan yang digunakan adalah tipe segitiga (*trimf*). Model *fuzzy logic* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Model Fuzzy Logic

4.2.1 Kondisi Pertama

Jumlah fungsi keanggotaan yang digunakan pada variabel *input* dan variabel *output* adalah 3 fungsi keanggotaan, yaitu K (Kecil), M (Medium), dan B (Besar).

Tabel 2 Parameter In1 Kondisi Pertama

Variabel Input	MF	Parameter
In1	K	[9,49;14,08;18,67]
	M	[14,08;18,67;23,26]
	B	[18,67;23,26;27,85]

Tabel 3 Parameter In2 Kondisi Pertama

Variabel Input	MF	Parameter
In2	K	[85,81;121,3375;156,865]
	M	[121,3375;156,865;192,3925]
	B	[156,865;192,3925;227,92]

Tabel 4 Parameter In3 Kondisi Pertama

Variabel Input	MF	Parameter
In3	K	[4,81;9,04;13,27]
	M	[9,04;13,27;17,5]
	B	[13,27;17,5;21,73]

Tabel 5 Parameter In4 Kondisi Pertama

Variabel Input	MF	Parameter
In4	K	[420,19;438,4775;456,765]
	M	[438,4775;456,765;475,0525]
	B	[456,765;475,0525;493,34]

Tabel 6 Parameter Out1 Kondisi Pertama

Variabel Output	MF	Parameter
Out1	K	[9,49;14,08;18,67]
	M	[14,08;18,67;23,26]
	B	[18,67;23,26;27,85]

Tabel 7 Parameter Out2 Kondisi Pertama

Variabel Output	MF	Parameter
Out2	K	[85,81;121,3375;156,865]
	M	[121,3375;156,865;192,3925]
	B	[156,865;192,3925;227,92]

Tabel 8 Parameter Out3 Kondisi Pertama

Variabel Output	MF	Parameter
Out3	K	[4,81;9,04;13,27]
	M	[9,04;13,27;17,5]
	B	[13,27;17,5;21,73]

Tabel 9 Parameter *Out4* Kondisi Pertama

Variabel Output	MF	Parameter
Out4	K	[420,19;438,4775;456,765]
	M	[438,4775;456,765;475,0525]
	B	[456,765;475,0525;493,34]

Maka diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10 Hasil Simulasi Pada Kondisi Pertama

Tahun	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
2012	14,08	121,33	11,16	438,48
2013	14,08	121,33	11,16	438,48
2014	14,08	121,33	11,16	438,48
2015	14,13	121,72	11,16	438,68
2016	15,59	138,88	11,65	447,51
2017	16,58	154,11	12,94	455,35
2018	16,99	162,89	13,98	459,87
2019	17,98	170,32	14,87	463,69
2020	20,51	174,62	15,38	465,90
2021	20,97	174,63	15,39	465,91
2022	20,97	174,63	15,39	465,91
2023	20,97	174,63	15,39	465,91
2024	20,97	174,63	15,39	465,91
2025	20,97	174,63	15,39	465,91
2026	20,97	174,63	15,39	465,91

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 10, maka dapat dihitung nilai APE menggunakan Persamaan 2.

$$APE = \left| \frac{16,05 - 15,59}{16,05} \times 100 \right| = 2,87\%$$

Setelah memperoleh APE, maka MAPE dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$MAPE = \frac{12,55 + 8,31 + 6,1 + 7,1 + 2,87 + 3,15 + 5,51}{7}$$

$$MAPE = 6,51\%$$

Berikut hasil perhitungannya pada Tabel 11.

Tabel 11 Nilai MAPE Pada Kondisi Pertama

Tahun	APE (%)			
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
2012	12,55	25,38	50,61	2,66
2013	8,31	13,73	38,63	1,52
2014	6,1	3,83	23,04	0,43
2015	7,1	2,56	8,45	0,55
2016	2,87	4,26	2,28	0,45
2017	3,15	7,61	8,47	1,26
2018	5,51	6,88	9,3	1,15
MAPE (%)	6,51	9,18	20,11	1,15

4.2.2 Kondisi Kedua

Pada kondisi ini, jumlah fungsi keanggotaan yang digunakan pada variabel *input* dan variabel *output* adalah 5 fungsi keanggotaan, yaitu SK (Sangat Kecil), K (Kecil), M (Medium), B (Besar), dan SB (Sangat Besar).

Tabel 12 Parameter *In1* Kondisi Kedua

Variabel Input	MF	Parameter
In1	SK	[9,49;12,55;15,61]
	K	[12,55;15,61;18,67]
	M	[15,61;18,67;21,73]
	B	[18,67;21,73;24,79]
	SB	[21,73;24,79;27,85]

Tabel 13 Parameter *In2* Kondisi Kedua

Variabel Input	MF	Parameter
In2	SK	[85,81;109,495;133,18]
	K	[109,495;133,18;156,865]
	M	[133,18;156,865;180,55]
	B	[156,865;180,55;204,235]
	SB	[180,55;204,235;227,92]

Tabel 14 Parameter *In3* Kondisi Kedua

Variabel Input	MF	Parameter
In3	SK	[4,81;7,63;10,45]
	K	[7,63;10,45;13,27]
	M	[10,45;13,27;16,09]
	B	[13,27;16,09;18,91]
	SB	[16,09;18,91;21,73]

Tabel 15 Parameter *In4* Kondisi Kedua

Variabel Input	MF	Parameter
In4	SK	[420,19;432,3816;444,5732]
	K	[432,3816;444,5732;456,7648]
	M	[444,5732;456,7648;468,9564]
	B	[456,7648;468,9564;481,148]
	SB	[468,9564;481,148;493,34]

Tabel 16 Parameter *Out1* Kondisi Kedua

Variabel Output	MF	Parameter
Out1	SK	[9,49;12,55;15,61]
	K	[12,55;15,61;18,67]
	M	[15,61;18,67;21,73]
	B	[18,67;21,73;24,79]
	SB	[21,73;24,79;27,85]

Tabel 17 Parameter *Out2* Kondisi Kedua

Variabel Output	MF	Parameter
Out2	SK	[85,81;109,495;133,18]
	K	[109,495;133,18;156,865]
	M	[133,18;156,865;180,55]
	B	[156,865;180,55;204,235]
	SB	[180,55;204,235;227,92]

Tabel 18 Parameter *Out3* Kondisi Kedua

Variabel Output	MF	Parameter
Out3	SK	[4,81;7,63;10,45]
	K	[7,63;10,45;13,27]
	M	[10,45;13,27;16,09]
	B	[13,27;16,09;18,91]
	SB	[16,09;18,91;21,73]

Tabel 19 Parameter *Out4* Kondisi Kedua

Variabel Output	MF	Parameter
Out4	SK	[420,19;432,3816;444,5732]
	K	[432,3816;444,5732;456,7648]
	M	[444,5732;456,7648;468,9564]
	B	[456,7648;468,9564;481,148]
	SB	[468,9564;481,148;493,34]

Maka diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 20 berikut.

Tabel 20 Hasil Simulasi Pada Kondisi Kedua

Tahun	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
2012	12,56	109,59	9,04	432,43
2013	12,55	109,51	9,04	432,39
2014	13,13	113,95	9,04	434,67
2015	14,11	121,54	9,90	438,58
2016	15,34	131,06	11,66	443,48
2017	16,72	141,85	11,86	449,04
2018	17,18	156,01	11,89	456,33
2019	18,01	164,47	12,66	460,68
2020	19,75	168,71	14,27	462,86
2021	20,20	178,23	14,68	467,76
2022	21,21	189,01	15,62	473,31
2023	22,91	192,39	17,17	475,05
2024	23,26	192,39	17,50	475,05
2025	23,26	192,39	17,50	475,05
2026	23,26	192,39	17,50	475,05

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 20, maka dapat dihitung nilai APE menggunakan Persamaan 2.

$$APE = \left| \frac{16,05 - 15,34}{16,05} \times 100 \right| = 4,42\%$$

Setelah memperoleh APE, maka MAPE dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$MAPE = \frac{0,4 + 3,46 + 1,06 + 7,23 + 4,42 + 2,34 + 4,45}{7}$$

$$MAPE = 3,34\%$$

Berikut hasil perhitungannya pada Tabel 21.

Tabel 21 Nilai MAPE Pada Kondisi Kedua

Tahun	APE (%)			
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
2012	0,40	13,25	22	1,24
2013	3,46	2,65	12,3	0,11
2014	1,06	2,49	0,33	0,44
2015	7,23	2,71	3,79	0,57
2016	4,42	1,61	2,37	0,45
2017	2,34	0,95	0,59	0,14
2018	4,45	2,37	7,04	0,37
MAPE (%)	3,34	3,72	6,92	0,47

4.2.3 Kondisi Ketiga

Jumlah fungsi keanggotaan yang digunakan pada variabel *input* dan variabel *output* adalah 7 fungsi keanggotaan, yaitu Min, SK (Sangat Kecil), K (Kecil), M

(Medium), B (Besar), SB (Sangat Besar), dan Max.

Tabel 22 Parameter *In1* Kondisi Ketiga

Variabel Input	MF	Parameter
In1	Min	[9,49;11,78;14,07]
	SK	[11,78;14,07;16,36]
	K	[14,07;16,36;18,67]
	M	[16,36;18,67;20,96]
	B	[18,67;20,96;23,25]
	SB	[20,96;23,25;25,54]
	Max	[23,25;25,54;27,85]

Tabel 23 Parameter *In2* Kondisi Ketiga

Variabel Input	MF	Parameter
In2	Min	[85,81;103,57;121,33]
	SK	[103,57;121,33;139,09]
	K	[121,33;139,09;156,85]
	M	[139,09;156,85;174,61]
	B	[156,85;174,61;192,37]
	SB	[174,61;192,37;210,13]
	Max	[192,37;210,13;227,92]

Tabel 24 Parameter *In3* Kondisi Ketiga

Variabel Input	MF	Parameter
In3	Min	[4,81;6,93;9,05]
	SK	[6,93;9,05;11,17]
	K	[9,05;11,17;13,29]
	M	[11,17;13,29;15,41]
	B	[13,29;15,41;17,53]
	SB	[15,41;17,53;19,65]
	Max	[17,53;19,65;21,73]

Tabel 25 Parameter *In4* Kondisi Ketiga

Variabel Input	MF	Parameter
In4	Min	[420,19;429,33;438,47]
	SK	[429,33;438,47;447,61]
	K	[438,47;447,61;456,75]
	M	[447,61;456,75;465,89]
	B	[456,75;465,89;475,03]
	SB	[465,89;475,03;484,17]
	Max	[475,03;484,17;493,34]

Tabel 26 Parameter *Out1* Kondisi Ketiga

Variabel Output	MF	Parameter
Out1	Min	[9,49;11,78;14,07]
	SK	[11,78;14,07;16,36]
	K	[14,07;16,36;18,67]
	M	[16,36;18,67;20,96]
	B	[18,67;20,96;23,25]
	SB	[20,96;23,25;25,54]
	Max	[23,25;25,54;27,85]

Tabel 27 Parameter *Out2* Kondisi Ketiga

Variabel Output	MF	Parameter
Out2	Min	[85,81;103,57;121,33]
	SK	[103,57;121,33;139,09]
	K	[121,33;139,09;156,85]
	M	[139,09;156,85;174,61]
	B	[156,85;174,61;192,37]
	SB	[174,61;192,37;210,13]
	Max	[192,37;210,13;227,92]

Tabel 28 Parameter *Out3* Kondisi Ketiga

Variabel Output	MF	Parameter
Out3	Min	[4,81;6,93;9,05]
	SK	[6,93;9,05;11,17]
	K	[9,05;11,17;13,29]
	M	[11,17;13,29;15,41]
	B	[13,29;15,41;17,53]
	SB	[15,41;17,53;19,65]
	Max	[17,53;19,65;21,73]

Tabel 29 Parameter *Out4* Kondisi Ketiga

Variabel Output	MF	Parameter
Out4	Min	[420,19;429,33;438,47]
	SK	[429,33;438,47;447,61]
	K	[438,47;447,61;456,75]
	M	[447,61;456,75;465,89]
	B	[456,75;465,89;475,03]
	SB	[465,89;475,03;484,17]
	Max	[475,03;484,17;493,34]

Hasil simulasi dari tahun 2012 – 2026 menggunakan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Tabel 30 berikut.

Tabel 30 Hasil Simulasi Pada Kondisi Ketiga

Tahun	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
2012	12,94	103,57	8,00	429,33
2013	12,93	108,75	7,99	431,99
2014	12,98	112,91	8,54	434,13
2015	14,11	121,59	10,61	438,61
2016	15,95	135,82	11,80	445,93
2017	17,52	147,99	12,23	452,19
2018	18,08	152,38	12,76	454,45
2019	19,26	161,46	13,84	459,12
2020	19,81	170,28	14,35	463,66
2021	20,17	178,03	14,69	467,65
2022	21,54	183,50	15,94	470,47
2023	22,11	189,09	16,47	473,35
2024	22,62	196,93	16,94	477,39
2025	23,94	204,56	18,15	481,31
2026	24,75	210,14	18,89	484,18

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 30, maka dapat dihitung nilai APE menggunakan Persamaan 2.

$$APE = \left| \frac{16,05 - 15,95}{16,05} \times 100 \right| = 0,62\%$$

Setelah memperoleh APE, maka MAPE dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$MAPE = \frac{3,44 + 0,54 + 2,19 + 7,23 + 0,62 + 2,34 + 0,56}{7}$$

$$MAPE = 2,42\%$$

Berikut hasil perhitungannya pada Tabel 31.

Tabel 31 Nilai MAPE Pada Kondisi Ketiga

Tahun	APE (%)			
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
2012	3,12	7,47	7,69	0,44
2013	0,77	2,17	0,74	0,02
2014	2,03	3,30	5,95	0,59
2015	7,29	2,34	3,01	0,48
2016	0,93	2,09	3,59	0,11
2017	2,22	3,34	2,26	0,51
2018	0,67	0,26	0,08	0,14
MAPE (%)	2,43	2,99	3,33	0,32

4.3 Pengaruh Jumlah Fungsi Keanggotaan

Simulasi dilakukan dari tahun 2012 – 2026. Setiap tahunnya menggunakan 1 *rules*, sehingga jumlah *rules* yang seharusnya digunakan untuk simulasi dari tahun 2012 – 2026 adalah 15 *rules*. Kenyataannya, kondisi pertama (3 fungsi keanggotaan) memperoleh 7 *rules* valid, kondisi kedua (5 fungsi keanggotaan) memperoleh 13 *rules* valid, dan kondisi ketiga (7 fungsi keanggotaan) memperoleh 15 *rules* valid. Hal tersebut menyebabkan hasil simulasi yang berbeda – beda pada setiap kondisinya.

4.3.1 Perbandingan Nilai MAPE Beban Listrik

Nilai MAPE yang diperoleh pada 3 kondisi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 32 berikut.

Tabel 32 MAPE Beban Listrik Pada 3 Kondisi

Tahun	APE (%)		
	K ₁	K ₂	K ₃
2012	12,55	0,40	3,44
2013	8,31	3,46	0,54
2014	6,1	1,06	2,19
2015	7,1	7,23	7,23
2016	2,87	4,42	0,62
2017	3,15	2,34	2,34
2018	5,51	4,45	0,56
MAPE (%)	6,51	3,34	2,42

K₁ adalah Kondisi Pertama (3 fungsi keanggotaan), K₂ adalah Kondisi Kedua (5 fungsi keanggotaan), dan K₃ adalah Kondisi Ketiga (7 fungsi keanggotaan).

Berdasarkan Tabel 32, dapat dilihat bahwa kondisi ketiga memiliki nilai MAPE

yang paling kecil. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi ketiga memiliki tingkat ketelitian yang paling tinggi daripada kondisi pertama dan kedua, sehingga kemungkinan terjadinya hasil simulasi yang sama dari 2012 – 2026 menjadi semakin kecil. Jadi, kondisi ketiga yang menggunakan 7 fungsi keanggotaan merupakan kondisi yang paling bagus digunakan untuk melakukan peramalan beban listrik pada penelitian ini.

4.3.2 Perbandingan Hasil Peramalan Beban Listrik

Hasil peramalan dari tahun 2012 sampai tahun 2026 pada 3 kondisi yang berbeda dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 9 Hasil Simulasi Beban Listrik

Tahun	Beban Listrik (MW)		
	K ₁	K ₂	K ₃
2012	14,08	12,56	12,93
2013	14,08	12,56	12,94
2014	14,08	13,13	12,98
2015	14,13	14,11	14,11
2016	15,59	15,34	15,95
2017	16,58	16,72	17,52
2018	16,99	17,18	18,08
2019	17,98	18,01	19,26
2020	20,51	19,75	19,81
2021	20,97	20,20	20,17
2022	20,97	21,21	21,54
2023	20,97	22,91	22,11
2024	20,97	23,26	22,62
2025	20,97	23,26	23,94
2026	20,97	23,26	24,75

Berdasarkan Tabel 33, dapat dilihat bahwa hasil simulasi pada kondisi ketiga merupakan hasil simulasi yang paling bagus daripada kondisi pertama dan kondisi kedua, karena tidak terdapat hasil simulasi yang sama dari tahun 2012 – 2026. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi ketiga memiliki tingkat ketelitian yang paling tinggi daripada kondisi pertama dan kedua.

5. SIMPULAN

Berdasarkan perbandingan hasil peramalan dari 3 kondisi yang berbeda, kondisi ketiga yang menggunakan 7 fungsi keanggotaan merupakan hasil peramalan yang paling bagus daripada kondisi pertama dan kondisi kedua, karena kondisi ketiga memiliki nilai MAPE yang paling kecil di antara kondisi pertama dan kondisi kedua.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. K. Wardana, "Data Beban Listrik Kabupaten Sumbawa Besar," in *PT. PLN (Persero) Area Sumbawa, Sumbawa Besar, Indonesia*, 2018.
- [2] E. C. Septarini, "Rasio Elektrifikasi NTB 2017 Melampaui Target," *Kabar24*, 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://kabar24.bisnis.com/read/20180122/78/729150/rasio-elektifikasi-ntb-2017-melampaui-target>.
- [3] M. Masarrang, E. Yudaningsy, dan A. Naba, "Peramalan Beban Jangka Panjang Sistem Kelistrikan Kota Palu Menggunakan Metode Logika Fuzzy," *J. EECCIS*, vol. 9, no. 1, hal. 13–18, 2015.
- [4] M. R. Djalal, A. Pangkung, S. Sonong, dan A. Apollo, "Peak Load Prediction Using Fuzzy Logic For The 150 kV Sulselrabar System," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, hal. 49, 2018.
- [5] A. M. Ardhian, S. P. Hadi, dan M. I. Bs, "Membership Function Comparative Study on Load Forecasting using ANFIS Framework," *IJSER*, vol. 7, no. 2, hal. 963–967, 2016.
- [6] I. P. Jerry, A. Dinata, I. W. Rinas, dan I. W. A. Wijaya, "Pengaruh Fuzzy Logic Controller Pada Pengoperasian Filter Aktif Shunt Terhadap Penurunan I THD dan Rugi- Rugi Daya Pada Sistem Kelistrikan RSUD Klungkung," *SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, hal. 141–147, 2019.
- [7] M. S. Imrona, "Implementasi Fuzzy Sugeno Untuk Perubahan Perilaku NPC (Dinosaur) Pada Game Dino Escape," *Cent. Libr. Maulana Malik Ibrahim State Islam. Univ.*, hal. 1–89, 2015.
- [8] L. K. Wardhani dan E. Haerani, "Analisis Pengaruh Pemilihan Fuzzy Membership Function Terhadap Output Sebuah Sistem Fuzzy Logic," *SNTIKI III*, hal. 326–333, 2011.
- [9] T. Sutojo, *Logika Fuzzy menggunakan Matlab*. Semarang, 2011.
- [10] H. Effendi, "Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Matlab," *Saintek*, vol. XII, no. 1, hal. 52–58, 2009.
- [11] S. Singh, S. Hussain, dan M. A. Bazaz, "Short term load forecasting using artificial neural network," *2017 Fourth Int. Conf. Image Inf. Process.*, hal. 159–163, 2017.