

PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK PADA SISTEM KELISTRIKAN LOMBOK DENGAN *FUZZY TIME SERIES* (FTS)

Short-Term Load Forecasting on Lombok Electricity System
with Fuzzy Time Series (FTS)

Ida Ayu Mas C. Dewi¹, I Made Ari Nrartha², I Made Budi Suksmadana³

ABSTRAK

Tenaga listrik adalah salah satu kebutuhan dasar masyarakat pada era modern ini. Besarnya konsumsi listrik pada suatu waktu tidak dapat dihitung secara pasti. Jumlah konsumsi listrik yang tidak tentu dan tanpa diperkirakan terlebih dahulu dapat berpengaruh pada kesiapan dari unit pembangkit untuk menyediakan pasokan listrik kepada konsumen. Oleh karena itu, dibutuhkan peramalan beban listrik jangka pendek dalam pengoperasian suatu sistem tenaga listrik.

Metode yang digunakan pada peramalan beban listrik jangka pendek pada tugas akhir ini adalah *fuzzy time series*. Model peramalan dengan *fuzzy time series* kemudian dibandingkan dengan model peramalan *moving average*. Kedua model ini kemudian digunakan untuk meramalkan beban listrik jangka pendek pada Sistem Kelistrikan Lombok dengan data beban listrik selama bulan Oktober 2013.

Error rata-rata peramalan beban listrik jangka pendek bulan Oktober menggunakan metode *fuzzy time series* yaitu 5.31%, sedangkan dengan metode *moving average* 5.99%.

Kata Kunci : Peramalan Beban Listrik, Peramalan Jangka Pendek, *Fuzzy*, *Relational*, *Fuzzy Time Series*

ABSTRACT

Electricity is one of human basic needs in modern era. The real value of electricity power consumption cannot be calculated in exact way. The undetermined and unpredicted amount of electricity power consumption will affect readiness of the power plant. Therefore, short term electricity load forecasting on electricity power system is needed.

Short term electricity load forecasting method on this paper is using fuzzy time series. Forecasting model using fuzzy time series later will be compared with moving average forecasting model. Both models later will used to forecasting short term electricity load on Lombok electricity system with electricity load data during October 2013.

Short term electricity load forecasting during august 2014 using fuzzy time series error average is 5.31%, while using moving average method is 6.99%.

Keywords : *short time electricity load forecasting, short term forecasting, fuzzy relational, fuzzy time series*

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang tidak dapat disimpan dalam skala yang besar, sehingga energi listrik harus disediakan pada saat dibutuhkan. Untuk itu penyedia daya listrik membutuhkan informasi permintaan daya oleh konsumen listrik yang dapat diketahui dari peramalan beban. Peramalan beban listrik untuk membantu operasi penyediaan daya adalah peramalan beban listrik jangka pendek. Hasil peramalan ini dapat digunakan oleh penyedia daya untuk mengatur kombinasi pembangkitnya untuk tujuan kualitas operasi, kontinuitas pelayanan dan operasi ekonomis. Peramalan

beban jangka pendek mempunyai rentang waktu tujuh hari kedepan.

Terdapat banyak metoda yang dapat digunakan dalam peramalan beban jangka pendek seperti: pendekatan hari yang sama, metoda regresi, derat waktu, jaringan syaraf, logika fuzzy, dan support vector machines.

PT. PLN (Persero) sebagai penyedia daya di Sistem Kelistrikan Lombok tentu membutuhkan informasi kebutuhan beban untuk membantu pengaturan operasi pembangkitnya. Pada penelitian ini data beban historis dari beban konsumen PLN digunakan untuk memperoleh model model beban yang dapat digunakan untuk dapat memberikan informasi kebutuhan beban

¹ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
Email: iamcandradewi@yahoo.com,

konsumen listrik dengan pendekatan hari yang sama berdasarkan metoda *fuzzy time series*.

Peramalan Beban. Pada dasarnya ramalan merupakan suatu dugaan atau perkiraan atas terjadinya kejadian di waktu mendatang. Ramalan bisa bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Ramalan kualitatif tidak berbentuk angka sedangkan ramalan kuantitatif dinyatakan dalam bentuk angka atau bilangan. Menurut jangka waktunya, peramalan dibagi menjadi 3 periode, sesuai dengan materi yang diramalkannya. Dalam peramalan beban listrik, periode peramalan dibagi menjadi 3 yaitu:

a. Peramalan Jangka Panjang (*Long Term Forecasting*)

Merupakan peramalan yang memperkirakan keadaan dalam waktu beberapa tahun ke depan. Tujuannya adalah untuk dapat mempersiapkan ketersediaan unit pembangkit, sistem transmisi serta distribusi.

b. Peramalan Jangka Menengah (*Mid Term Forecasting*)

Merupakan peramalan dalam jangka waktu bulanan atau mingguan. Tujuannya untuk mempersiapkan jadwal persiapan dan operasional sisi pembangkit.

c. Peramalan Jangka Pendek (*Short Term Forecasting*)

Merupakan peramalan dalam jangka waktu harian hingga setiap jam. Biasa digunakan untuk studi perbandingan beban listrik perkiraan dengan aktual (*realtime*).

Metode Peramalan Beban Jangka Pendek.

Sejumlah besar variasi teknik statistik dan *artificial intelligence* telah dikembangkan sebagai metode peramalan jangka pendek antara lain : (a). *Similar Day Approach* (Pendekatan Hari yang Sama), (b). Metode Regresi, (c). *Time series*, (d) *Neural Network* (Jaringan Syaraf), (e). *Logika Fuzzy dan Support Vector Machines*

Karakteristik Prinsip Peramalan. Peramalan memiliki empat karakteristik atau prinsip. Dengan memahami prinsip-prinsip membantu agar mendapatkan peramalan yang lebih efektif.

1. Peramalan biasanya salah. Dalam kegiatan peramalan kesalahan adalah hal yang wajar karena masa depan yang tidak diketahui oleh siapa pun.
2. Setiap peramalan seharusnya menyertakan estimasi kesalahan (error).

Perbedaan antara nilai yang diprediksi dengan nilai aktualnya akan menghasilkan besar kesalahan sehingga setiap peramalan seharusnya juga menyertakan estimasi kesalahan yang dapat diukur sebagai tingkat kepercayaan, dapat berupa presentase dari peramalan sebagai rentang nilai minimum dan maksimum.

3. Peramalan akan lebih akurat untuk kelompok atau grup. Perilaku dari individual dalam sebuah grup memiliki sifat yang lebih acak bahkan ketika grup tersebut berada dalam keadaan stabil.
4. Peramalan lebih akurat untuk jangka waktu yang lebih dekat. Kebanyakan orang lebih yakin untuk meramalkan apa yang akan mereka lakukan minggu depan dibanding meramalkan apa yang akan mereka lakukan tahun depan. Karena masa depan yang lebih jauh memiliki nilai ketidakpastian yang tinggi dibandingkan masa depan dalam jangka waktu pendek.

Tahap Peramalan. Dalam menyusun perancangan metode peramalan diperlukan beberapa tahap yang harus dilalui yaitu:

1. Menentukan jenis data yang digunakan dan melakukan analisis pola data dan karakteristik yang dimilikinya.
2. Memilih metode peramalan yang digunakan.
3. Menentukan parameter-parameter yang dapat membantu meningkatkan akurasi dari metode peramalan yang telah ditentukan agar presentase errornya dapat diperkecil.
4. Mengaplikasikan data-data acuan kedalam metode yang telah ditentukan

Sistem Kelistrikan Lombok. Sistem Kelistrikan Lombok memiliki 5 pusat pembangkit tenaga listrik yang terdiri dari 4 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dan 1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Sistem kelistrikan Lombok juga memiliki 5 mesin sewa tenaga diesel yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan beban listrik pulau Lombok. Daya mampu pembangkit yang dihasilkan sebesar 215 MW sedangkan untuk beban puncak tertinggi pulau Lombok yaitu 207 MW. Kelebihan daya yang tersedia digunakan apabila terjadi perawatan atau perbaikan pada salah satu pembangkit. Beban puncak untuk Sistem Kelistrikan Lombok subuh terjadi pada pukul 05:30-06:00, untuk siang hari terjadi pada pukul 12:00-14:00 dan untuk malam hari sekitar pukul 19:30-20:00.

Karakteristik Beban Listrik. Karakteristik perubahan besarnya daya yang diterima oleh beban sistem tenaga setiap saat dalam suatu interval hari tertentu dikenal dengan kurva beban harian. Penggambaran kurva ini dilakukan dengan mencatat besarnya beban setiap jam dalam satuan MW. Sumbu vertikal menyatakan skala beban dalam satuan MW, sedangkan sumbu horizontal menyatakan skala pencatatan waktu dalam 24 jam.

Logika Fuzzy. Sistem *fuzzy* ditemukan pertama kali oleh Prof. Lotfi Zadeh pada pertengahan tahun 1965 di Universitas California. Sistem ini diciptakan karena Boolean logic tidak memiliki ketelitian yang tinggi, hanya memiliki logika 0 dan 1 saja. Sehingga untuk membuat sistem yang mempunyai ketelitian yang tinggi maka kita tidak dapat menggunakan *Boolean logic*. Logika *fuzzy* suatu cara yang tepat untuk menentukan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Menurut Kusumadewi, teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari himpunan klasik (crisp).

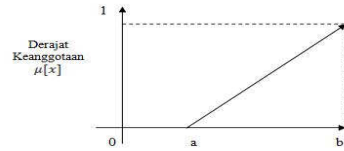
Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

- a. Variabel *fuzzy*. Variabel *fuzzy* merupakan variable yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.
- b. Himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variable *fuzzy*. Contoh:
 - Variabel umur, terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: Muda, Parobaya, dan Tua.
 - Variabel temperatur, terbagi menjadi lima himpunan *fuzzy* yaitu: Dingin, Sejuk, Normal, Hangat, dan Panas.
- c. Semesta Pembicaraan. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan dalam suatu variable *fuzzy*. Contoh:
 - Semesta pembicaraan untuk variable umur $[0+\infty]$
 - Semesta pembicaraan untuk variable temperatur $[0\ 40]$
- d. Domain. Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contoh domain himpunan *fuzzy* (Kusumadewi).
 - DINGIN = $[0\ 20]$
 - SEJUK = $[15\ 25]$
 - NORMAL = $[20\ 30]$

- HANGAT = $[25\ 35]$
- PANAS = $[30\ 40]$

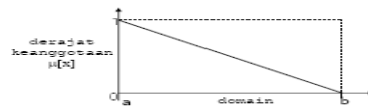
Fungsi Keanggotaan Fuzzy

a. Representasi linier naik



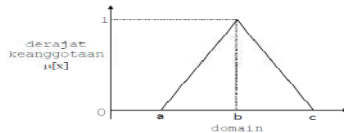
Gambar 1 Representasi linear naik.

b. Representasi linier turun



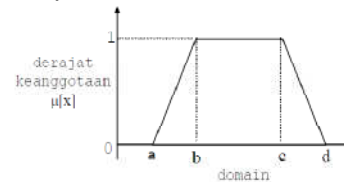
Gambar 2 Representasi linear turun.

c. Kurva segitiga



Gambar 3 Kurva Segitiga.

d. Kurva Trapezium



Gambar 4 Kurva Trapezium.

Metode Peramalan dengan Series. Langkah dalam peramalan dengan *Fuzzy Time* adalah:

- Langkah pertama: Membagi himpunan semesta $U = [D_{min}, D_{max}]$ menjadi sejumlah interval ganjil yang sama u_1, u_2, \dots, u_m .
- Langkah kedua : Jadikan A_1, A_2, \dots, A_k menjadi suatu himpunan- himpunan *fuzzy* yang variabel linguistiknya ditentukan sesuai dengan keadaan semesta.
- Langkah ketiga : Bagi *fuzzy logical relationship* yang telah diperoleh menjadi beberapa bagian berdasarkan sisi kiri (*current state*).
- Langkah keempat: Hitung hasil keluaran peramalan dengan menggunakan beberapa prinsip.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan peramalan beban listrik jangka pendek pada system kelistrikan Lombok dengan membentuk relasi dari data

beban yang akan digunakan sebagai input pada model peramalan beban listrik jangka pendek dengan *fuzzy time series*.

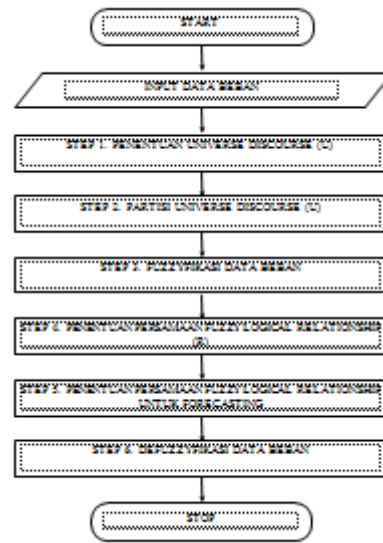
Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Studi literatur dilakukan dengan cara mencari dan membaca sumber referensi yang memuat aplikasi *fuzzy time series* dalam bentuk buku, paper dan website di internet.
2. Melakukan pengumpulan data beban listrik harian pada sistem kelistrikan Lombok selama bulan Oktober 2013, pada sistem kelistrikan Lombok. Kemudian melakukan pengelompokan data untuk masing-masing hari (Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, Minggu).
3. Pemodelan peramalan beban listrik jangka pendek pada sistem kelistrikan Lombok menggunakan *fuzzy time series*.
4. Perhitungan parameter yang digunakan untuk menguji kemampuan peramalan dapat dihitung dengan persamaan:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

5. Membandingkan hasil peramalan, dokumentasi serta kesimpulan. Hasil dari simulasi menggunakan *fuzzy time series* dibuat dalam tabel dan gambar kemudian dianalisis untuk menarik kesimpulan.

Untuk mendukung proses penelitian ini ditunjukkan pada blok diagram penelitian. Tahapan utama dalam blok diagram tersebut adalah membentuk relasi dari data inputan. Dengan melihat blok diagram tersebut dapat menjadi pandangan awal dan tolak ukur penyelesaian penelitian.



Gambar 5 Tahap peramalan dengan FTS

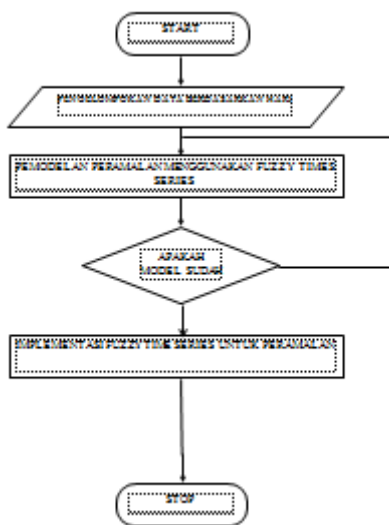
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa penelitian ini adalah untuk mendapatkan model peramalan beban listrik jangka pendek dengan *fuzzy time series* yang dimana data input yang digunakan adalah data beban selama bulan Oktober tahun 2013. Data tersebut dikelompokkan berdasarkan harinya masing-masing (Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, Minggu).

Data Input. Data yang akan dianalisa adalah data beban harian Sistem Kelistrikan Lombok selama satu bulan yaitu bulan Oktober 2013. Data beban selama bulan Oktober yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 1

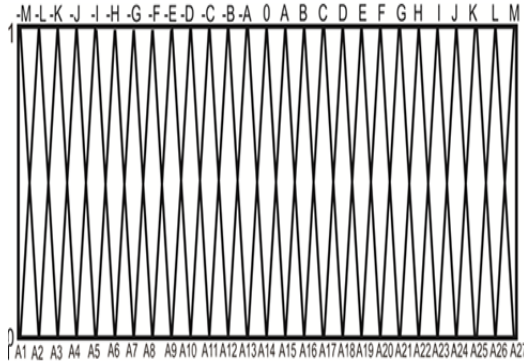
Tabel 1 Data real beban hari Senin

Jam	Tanggal			
	7/10/2013	16/10/13	21/10/13	28/10/13
1:00	104,661	100,927	101,052	99,828
2:00	100,478	97,942	96,561	96,428
3:00	97,025	94,892	94,827	94,684
4:00	95,024	94,187	92,995	92,656
5:00	102,894	101,729	104,280	105,002
6:00	111,245	102,924	108,875	108,511
7:00	95,520	97,207	94,762	95,512
8:00	96,591	99,018	98,266	97,156
9:00	101,311	100,902	102,352	102,581
10:00	105,861	105,677	107,505	106,052
11:00	111,246	107,174	108,729	112,557
12:00	114,760	107,006	114,102	112,408
13:00	114,992	106,286	112,852	110,217
14:00	107,121	106,264	116,885	111,629
15:00	108,429	107,191	115,778	102,485
16:00	108,456	102,576	110,262	102,146
17:00	104,089	105,992	106,978	104,680
18:00	112,897	122,549	116,992	114,428
19:00	164,215	161,429	170,812	166,202
20:00	168,274	161,250	171,178	166,702
21:00	158,708	158,772	159,128	159,264
22:00	164,774	162,968	166,652	126,666
23:00	126,750	120,228	127,696	126,272
24:00	108,820	118,066	116,491	111,148



Gambar 5 Blok Diagram Proses

Menentukan Fuzzy sets dan Fuzzifikasi. Setelah data beban diinputkan maka dapat ditentukan jumlah fuzzy sets dan fuzzifikasinya.



Gambar 7 Fuzzy sets dalam Universe of Discourse.

Tabel 2 Tabel nilai keanggotaan fuzzy data

NO	DATA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	.....	A25	A26	A27
1	104,661	0	0	0	0,13	0,87	0	.....	0	0	0
2	100,478	0	0	0,51	0,49	0	0	.....	0	0	0
3	97,025	0	0,7	0,3	0	0	0	.....	0	0	0
4	96,034	0	0,9	0,1	0	0	0	.....	0	0	0
5	103,884	0	0	0	0,4	0,6	0	.....	0	0	0
6	111,245	0	0	0	0	0	0	.....	0	0	0
7	95,520	0,2	0,8	0	0	0	0	.....	0	0	0
8	96,581	0	0,8	0,2	0	0	0	.....	0	0	0
9	101,311	0	0	0,2	0,8	0	0	.....	0	0	0
10	105,861	0	0	0	0	0,7	0,3	.....	0	0	0
.....
90	114,428	0	0	0	0	0	0	.....	0	0	0
91	166,302	0	0	0	0	0	0	.....	0,6	0,4	0
92	166,702	0	0	0	0	0	0	.....	0,4	0,6	0
93	159,264	0	0	0	0	0	0	.....	0	0	0
94	136,446	0	0	0	0	0	0	.....	0	0	0
95	126,273	0	0	0	0	0	0	.....	0	0	0
96	111,158	0	0	0	0	0	0	.....	0	0	0

Tabel 8 Hasil Fuzzifikasi

No	Data Real	Fuzzifikasi	No	Data Real	Fuzzifikasi	No	Data Real	Fuzzifikasi
1	104,661	A5	33	100,903	A4	65	106,978	A6
2	100,478	A3	34	103,477	A5	66	116,992	A9
3	97,025	A2	35	107,174	A6	67	170,812	A27
4	96,034	A2	36	107,004	A6	68	171,178	A27
5	103,884	A5	37	106,286	A5	69	159,128	A23
6	111,245	A7	38	106,364	A5	70	146,632	A19
7	95,520	A2	39	107,191	A6	71	127,696	A13
8	96,581	A2	40	102,576	A4	72	116,431	A9
9	101,311	A4	41	105,993	A5	73	99,828	A3
10	105,861	A5	42	122,549	A11	74	96,428	A2
11	111,346	A7	43	161,439	A24	75	94,464	A1
12	114,740	A8	44	161,350	A24	76	95,656	A2
13	114,982	A8	45	158,772	A23	77	105,002	A5
14	107,121	A6	46	142,964	A18	78	108,511	A6
15	108,439	A6	47	130,328	A13	79	95,513	A2
16	108,456	A6	48	110,056	A7	80	97,156	A2
17	104,089	A5	49	101,033	A4	81	103,381	A5
18	113,897	A8	50	96,541	A2	82	106,033	A5
19	164,315	A25	51	94,827	A2	83	113,557	A8
20	168,374	A26	52	92,995	A1	84	113,408	A8
21	158,708	A23	53	104,380	A5	85	110,217	A7
22	144,774	A18	54	108,875	A6	86	111,639	A7
23	126,750	A12	55	94,763	A2	87	103,485	A4
24	109,830	A7	56	98,344	A3	88	103,146	A4
25	100,927	A4	57	102,533	A4	89	104,880	A5
26	97,943	A3	58	107,505	A6	90	114,428	A8
27	94,893	A2	59	108,729	A6	91	166,302	A25
28	94,187	A1	60	114,102	A8	92	166,702	A26
29	101,725	A3	61	112,833	A8	93	139,264	A23
30	102,934	A4	62	116,885	A9	94	136,446	A15
31	97,307	A2	63	115,778	A9	95	126,273	A12
32	99,018	A3	64	110,363	A7	96	111,158	A7

Fuzzy Logic Relationship. Setelah proses fuzzifikasi dilakukan maka dapat dibentuk fuzzy logic relationship.

Tabel 9 Fuzzy Logic Relationship

Time Series	FLR	Time Series	FLR	Time Series	FLR
1	A5 → A7	23	A6 → A5	65	A6 → A5
2	A3 → A2	24	A5 → A6	66	A9 → A27
3	A5 → A7	25	A6 → A6	67	A27 → A27
4	A2 → A5	26	A6 → A5	68	A27 → A23
5	A5 → A7	27	A5 → A5	69	A23 → A19
6	A7 → A2	28	A5 → A6	70	A19 → A13
7	A2 → A2	29	A6 → A6	71	A13 → A9
8	A2 → A6	30	A6 → A5	72	A9 → A7
9	A6 → A5	31	A5 → A11	73	A5 → A2
10	A5 → A7	32	A11 → A26	74	A2 → A1
11	A7 → A6	33	A26 → A26	75	A1 → A2
12	A6 → A6	34	A26 → A23	76	A2 → A5
13	A5 → A6	35	A23 → A18	77	A5 → A6
14	A6 → A6	36	A18 → A17	78	A6 → A2
15	A6 → A6	37	A17 → A7	79	A2 → A2
16	A6 → A5	38	A7 → A6	80	A2 → A5
17	A5 → A6	39	A6 → A2	81	A5 → A5
18	A5 → A25	40	A2 → A2	82	A5 → A6
19	A25 → A26	41	A2 → A1	83	A5 → A6
20	A26 → A23	42	A1 → A5	84	A5 → A7
21	A23 → A18	43	A5 → A6	85	A7 → A7
22	A18 → A12	44	A6 → A2	86	A7 → A6
23	A12 → A7	45	A2 → A7	87	A6 → A6
24	A7 → A6	46	A2 → A6	88	A6 → A5
25	A6 → A5	47	A6 → A6	89	A5 → A5
26	A5 → A2	48	A6 → A6	90	A5 → A25
27	A2 → A1	49	A6 → A6	91	A25 → A26
28	A1 → A5	50	A6 → A6	92	A26 → A23
29	A2 → A6	51	A6 → A6	93	A23 → A19
30	A6 → A2	52	A6 → A6	94	A19 → A12
31	A2 → A7	53	A6 → A7	95	A12 → A7
32	A7 → A6	54	A7 → A6	96	

Fuzzy Logic Relationship Group. Fuzzy logic relationship group terbentuk setelah adanya fuzzy logic relationship. Dimana pada FLRG akan dibagi menjadi dua bagian yaitu current state dan next state.

Tabel 10. FLRG

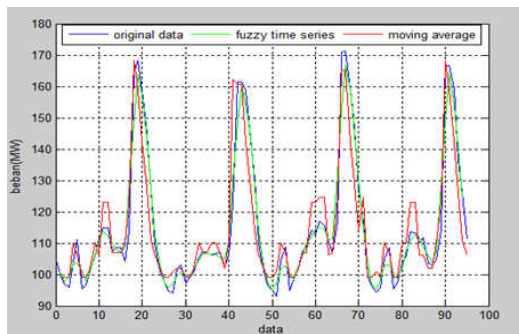
Current state	Next state	Current state	Next state
A1	A2, A3, A5	A12	A7
A2	A1, A2, A3, A4, A5	A13	A7, A19
A3	A2, A4	A15	A12
A4	A2, A3, A4, A5, A6	A18	A12, A13
A5	A3, A5, A6, A7, A8, A11	A19	A13
A6	A2, A4, A5, A6, A8	A23	A15, A18, A19
A7	A2, A4, A6, A7, A8	A24	A23, A24
A8	A6, A7, A8, A25	A25	A26
A9	A3, A7, A27	A26	A23
A11	A24	A27	A23, A27

Proses Defuzzifikasi

Tabel 11 Hasil defuzzifikasi

No	Data Real	Fuzzy-Base	No	Data Real	Fuzzy-Base	No	Data Real	Fuzzy-Base
1	104.661	A5	22	100.902	A6	43	104.978	A6
2	100.478	A2	23	105.477	A2	44	114.992	A9
3	97.023	A2	24	107.174	A6	45	170.812	A57
4	96.024	A2	25	107.000	A6	46	171.178	A57
5	102.884	A5	27	106.286	A5	49	159.128	A23
6	111.245	A7	28	106.260	A5	70	146.642	A19
7	95.220	A2	29	107.191	A6	71	127.696	A12
8	96.281	A2	30	102.576	A4	72	116.421	A9
9	101.211	A6	31	105.992	A5	73	99.828	A2
10	105.861	A5	32	122.549	A11	74	96.628	A2
11	111.246	A7	33	181.429	A26	75	96.686	A1
12	116.700	A8	34	181.250	A26	76	92.656	A2
13	114.992	A8	35	125.775	A22	77	102.002	A2
14	107.121	A6	36	142.964	A18	78	108.211	A6
15	108.429	A6	37	120.228	A12	79	94.212	A2
16	108.456	A6	38	110.056	A7	80	97.156	A2
17	104.089	A5	39	101.052	A4	81	102.421	A5
18	112.897	A8	40	96.541	A2	82	106.052	A5
19	146.212	A22	41	94.827	A2	83	112.257	A8
20	146.174	A26	42	92.992	A1	84	112.008	A8
21	156.709	A27	43	106.280	A5	85	110.217	A7
22	166.774	A18	44	106.873	A6	86	111.429	A7
23	158.790	A12	45	94.742	A2	87	102.052	A6
24	109.820	A7	46	92.264	A2	88	102.146	A6
25	100.927	A6	47	102.552	A6	89	104.680	A5
26	97.942	A2	48	107.502	A6	90	114.428	A8
27	94.992	A2	49	108.729	A6	91	146.202	A22
28	94.187	A1	50	114.102	A8	92	146.702	A26
29	101.724	A2	51	112.852	A8	93	159.264	A23
30	102.924	A6	52	116.885	A9	94	126.666	A15
31	97.207	A2	53	115.778	A9	95	126.272	A12
32	92.014	A1	54	118.464	A9	96	111.246	A7

Grafik Perbandingan Hasil Peramalan



Gambar 8 Grafik perbandingan hasil peramalan

Grafik diatas menunjukkan peramalan beban listrik jangka pendek dengan metode fuzzy time series lebih mendekati data real dibandingkan dengan peramalan dengan metode MA.

Perhitungan Hasil Peramalan Berdasarkan MAPE. Hasil peramalan ini kemudian dibandingkan dengan data real beban sehingga diperoleh nilai error dimana perhitungan presentase error dihitung dengan rumus MAPE. Hasil MAPE peramalan disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 12. Presentase error peramalan beban listrik.

Hari	MAPE (%)	
	FTS	MA
Senin	4,735	7,891
Selasa	6,494	6,858
Rabu	5,580	6,474
Kamis	4,435	6,440
Jum'at	5,536	8,061
Sabtu	4,783	6,706
Minggu	6,031	6,537

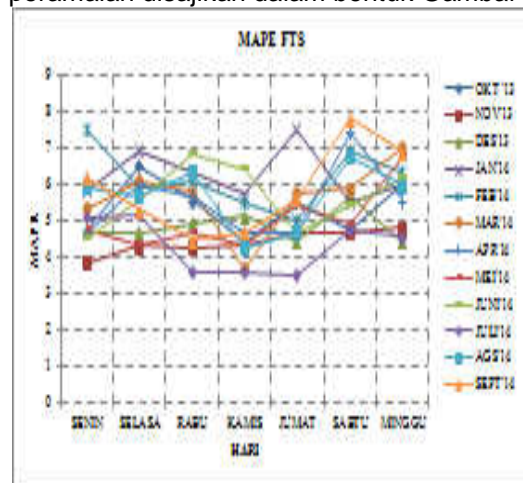
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai presentase error peramalan dengan fuzzy time series lebih kecil dibandingkan presentase error peramalan dengan moving average.

MAPE Peramalan harian FTS selama 1 Tahun

Tabel 13 MAPE peramalan FTS

MAPE PERAMALAN FTS							
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT	SABTU	MINGGU
OKT'13	4,735	6,494	5,580	4,435	5,536	4,783	6,031
NOV'13	3,884	4,323	4,289	4,375	4,681	4,684	4,822
DES'13	4,682	4,710	4,929	5,152	4,447	5,660	4,442
JAN'14	5,863	6,922	6,331	5,735	7,501	5,490	6,039
FEB'14	7,548	5,916	6,132	5,557	5,014	6,928	6,384
MAR'14	5,384	6,078	5,829	3,685	5,785	5,904	7,042
APR'14	4,718	5,985	5,673	4,703	4,679	7,451	5,576
MET'14	4,791	4,356	4,672	4,342	5,475	4,916	6,785
JUN'14	4,556	5,607	6,870	6,469	4,708	5,457	6,190
JUL'14	5,068	5,172	3,604	3,634	3,557	4,810	4,575
AGS'14	5,981	5,656	6,371	4,275	4,699	6,812	5,985
SEPT'14	6,229	5,328	4,486	4,689	5,600	7,846	6,902

Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai presentase error peramalan setiap bulannya pada hari yang sama memiliki nilai error yang berbeda-beda. Nilai error peramalan terbesar terjadi pada hari sabtu bulan september yaitu sebesar 7,846% sedangkan error terkecil terjadi pada hari jumat bulan juli yaitu sebesar 3,557%. Untuk lebih mudah melihatnya maka data MAPE rata-rata peramalan disajikan dalam bentuk Gambar 9.



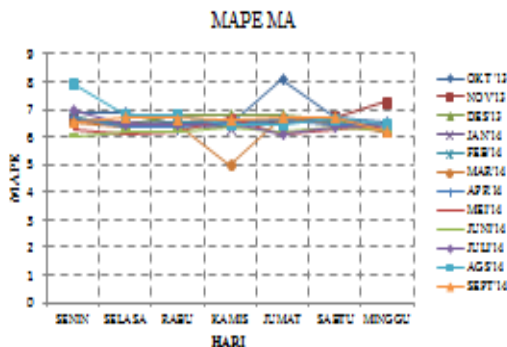
Gambar 9 Grafik MAPE FTS

MAPE Peramalan Harian MA selama 1 Tahun

Tabel 14 MAPE peramalan MA

MAPE PERAMALAN MA (%)							
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT	SABTU	MINGGU
OKT'13	6,835	6,858	6,474	6,440	8,061	6,706	6,537
NOV'13	6,598	6,438	6,520	6,582	6,509	6,697	7,282
DES'13	6,667	6,436	6,796	6,753	6,748	6,626	6,158
JAN'14	6,615	6,498	6,438	6,326	6,507	6,693	6,295
FEB'14	6,728	6,450	6,521	6,504	6,640	6,535	6,193
MAR'14	6,569	6,398	6,403	4,993	6,673	6,422	6,176
APR'14	6,696	6,394	6,323	6,525	6,647	6,425	6,444
MAY'14	6,285	6,104	6,159	6,692	6,119	6,269	6,404
JUN'14	6,025	6,186	6,170	6,360	6,206	6,327	6,232
JUL'14	6,995	6,442	6,463	6,561	6,124	6,368	6,437
AGS'14	7,905	6,781	6,775	6,476	6,470	6,667	6,438
SEPT'14	6,550	6,687	6,663	6,644	6,735	6,724	6,201

Tabel 14 menunjukkan bahwa nilai presentase error peramalan setiap bulannya pada hari yang sama memiliki nilai error yang berbeda-beda. Nilai error peramalan terbesar terjadi pada hari Jumat bulan Oktober yaitu sebesar 8,061% sedangkan error terkecil terjadi pada hari Kamis bulan Maret yaitu 4,993%. Untuk lebih mudah melihatnya maka data MAPE peramalan disajikan dalam bentuk grafik Gambar 10.



Gambar 10 Grafik MAPE MA

Gambar 10 menunjukkan nilai MAPE rata-rata peramalan MA selama satu tahun, dimana dari grafik Gambar 10 terlihat bahwa nilai error yang dihasilkan setiap hari (Senin-Minggu) selama satu tahun (Oktober 2013-September 2014) memiliki nilai error yang tidak jauh berbeda sehingga dapat dilihat pada pola yang terbentuk banyak yang berhimpit pada setiap bulan untuk setiap hari.

KESIMPULAN

Hasil dan analisa peramalan beban listrik jangka pendek pada Sistem Kelistrikan Lombok dengan metode Fuzzy Time Series dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peramalan beban listrik jangka pendek pada Sistem Kelistrikan Lombok dengan model *fuzzy time series* menggunakan data hari senin selama bulan Oktober tahun 2013 sebagai inputannya. Data tersebut menghasilkan panjang interval 3 dan membentuk 27 himpunan *fuzzy*.
2. Peramalan dengan model *fuzzy time series* menghasilkan himpunan *fuzzy* yang berbeda-beda untuk setiap hari dan setiap bulannya tergantung dari jumlah data inputannya dan panjang interval yang dihasilkan.
3. Hasil MAPE peramalan beban listrik jangka pendek untuk bulan Oktober 2013 dengan metode FTS adalah 5,371% dan metode MA 6,995%. Hasil MAPE dengan metode FTS lebih baik 1,624% dari MAPE dengan metode MA.
4. Hasil MAPE terendah peramalan beban listrik jangka pendek selama 1 tahun dengan metode FTS terjadi pada hari Jumat bulan Juli 2014 sebesar 3,557% dan MA terjadi pada hari Kamis bulan Maret 2014 sebesar 4,993%. Hasil MAPE tertinggi untuk FTS terjadi pada hari Sabtu bulan September 2014 sebesar 7,846% dan MA terjadi pada hari Jumat bulan Oktober 2013 8,061%. Peramalan dengan metode FTS lebih baik dari peramalan dengan metode MA.

SARAN

Adapun saran-saran yang dapat disampaikan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dilakukan studi tentang parameter-parameter yang mempengaruhi ataupun data input yang akan digunakan serta perancangan model yang sesuai untuk peramalan beban jangka pendek sehingga dapat menghasilkan peramalan yang lebih akurat.
2. Diharapkan penelitian ini nantinya dapat diterapkan pada Sistem Kelistrikan Lombok.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolturk. Dkk., *Electricity Consumption Forecasting Using Fuzzy Time Series*, Istanbul Technical University/ Industrial Engineering, Turkiye.
- Handoko, Bagus., 2009, *Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek pada Sistem Kelistrikan Jawa Timur dan Bali menggunakan Fuzzy Time Series*, Universitas ITS Surabaya, Surabaya.
- Husen, 2005, *Prakiraan Beban Puncak Listrik Jangka Pendek menggunakan JST (Jaringan Syaraf Tiruan) pada PT. PLN (Persero) Unit Pengatur Beban (UPB) IV Waru*.
- Kusumadewi, Sri., *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Rachmatwansah, Komet., 2008, *Average-Based Fuzzy Time Series untuk Peramalan Kurs Valuta Asing*, Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang.
- Sabri, Y., 1990, *Konsep Rancangan Sistem Distribusi dan Peramalan Beban*, Tim Pelaksana Penyelenggaraan Pendidikan dan Penataran Sarjana Teknik PLN kerjasama PLN-ITB.
- Samira. Dkk., *Forecasting Model Based On Fuzzy Time Series Approach*, Faculty of Engineering, Garyounis University, Libya.
- Satyaning, Dkk., 2011, *Peramalan Beban Listrik menggunakan Genetic Algorithm-Support Vector Machine (GA-SVM) di PT PLN (Persero) Sub Unit Penyaluran dan Pusat Pengaturan Beban (P3B) Jawa Timur-Bali*, Universitas ITS Surabaya, Surabaya.
- Zuhal, 1995, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.