

Peramalan Beban Jangka Panjang Sistem Kelistrikan Kota Palu Menggunakan Metode Logika Fuzzy

Maryantho Masarrang, Erni Yudaningtyas, dan Agus Naba

Abstract— Long-term load forecasting is intended to estimate the electrical load on an annual time period. It has an important role in the real control and security functions of an energy management system. This study is focused on designing long-term load forecasting in Palu electrical systems by using mamdani fuzzy logic method. The process of long term load forecasting is done by providings inputs; the number of customers, PDRB, and the power used for residences, businesses and public load at the previous year into the fuzzy logic system so that it is produced an output: the power used for the next year. The shows that mamdani fuzzy logic provide high level accuracy of forecasting and very small value of MSE.

Index Terms:- fuzzy logic, MSE value, number of consumers, PDRB, the power used

Abstrak— Peramalan beban jangka panjang adalah untuk memperkirakan beban listrik pada jangka waktu tahunan. Peramalan beban jangka panjang mempunyai peran yang penting dalam *real control* dan fungsi-fungsi keamanan dari suatu sistem manajemen energi. Penelitian ini difokuskan untuk merancang peramalan beban jangka panjang pada sistem kelistrikan kota Palu dengan metode logika fuzzy. Proses peramalan beban jangka panjang dilakukan dengan memberikan input berupa : jumlah pelanggan, PDRB dan daya terpakai untuk beban residence, bisnis dan publik tahun sebelumnya ke dalam metode logika fuzzy sehingga dihasilkan output daya beban puncak untuk tahun berikutnya. Hasil menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode logika fuzzy diperoleh tingkat ketelitian peramalan yang akurat dan nilai MSE yang sangat kecil.

Kata Kunci— logika fuzzy, nilai MSE, jumlah pelanggan, PDRB, daya terpakai.

I. PENDAHULUAN

KEBUTUHAN tenaga listrik digunakan dalam beberapa sektor, antara lain sektor rumah tangga, industri, usaha komersial, dan tempat layanan umum. Besar konsumsi listrik pada suatu rentang waktu tidak

Maryantho Masarrang, mahasiswa Program Magister Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (e-mail: antho.masarrang@gmail.com).

Erni Yudaningtyas, dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (Telp.0341-554166; e-mail: erni_yudhaningtyas@yahoo.co.id).

Agus Naba, dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (Telp.0341-554166; e-mail : anaba@ub.ac.id).

dapat dihitung secara pasti. Oleh karena itu, yang dapat dilakukan adalah meramalkan besar konsumsi listrik.

Sistem kelistrikan kota Palu adalah sistem kelistrikan yang kompleks dimana terdapat kesulitan dalam memperkirakan besar pemakaian listrik yang dapat mempengaruhi kesiapan dari unit pembangkit untuk menyediakan pasokan listrik kepada konsumen.

Penelitian ini mengambil lokasi penelitian di PT. PLN (Persero) Area Palu Kota Palu, merupakan ibu kota provinsi Sulawesi Tengah yang memiliki pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun ke tahun makin meningkat. Pada tahun 2008, jumlah penduduk kota Palu sebesar 309,032 jiwa dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,35%. Pada tahun 2009, jumlah penduduk kota Palu sebesar 313,179 jiwa dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 6,94%. Pada tahun 2010, jumlah penduduk kota Palu sebesar 336,532 jiwa dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,82%. Pada tahun 2011 jumlah penduduk kota Palu sebesar 342,754 jiwa dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,82 [1].

Sistem kelistrikan di kota Palu terdiri dari 2 unit pembangkit yaitu PLTD Silae dan PLTU Mpanau. PLTD Silae terdiri dari 3 unit mesin, dengan kapasitas/daya terpasang sebesar 27 MW dan daya mampu sebesar 20 MW. Sedangkan PLTU Mpanau terdiri dari 2 unit mesin, dengan kapasitas daya terpasang/daya nominal mesin yang dirancang sesuai yang terdapat pada *nameplate* mesin yaitu sebesar 30 MW dan daya mampu sebesar 27 MW. Secara keseluruhan kapasitas daya terpasang di kota Ambon sebesar 57 dan daya mampu mesin dalam membangkitkan energi listrik yang mengacu pada daya yang terpasang pada mesin tersebut yaitu sebesar 47 MW [1].

Berdasarkan pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan pembangunan infrastruktur, pertumbuhan ekonomi dan ketersediaan energi listrik di kota Palu, maka perlu dilakukan peramalan beban listrik jangka panjang untuk melakukan perencanaan penambahan pembangkit listrik yang baru, perluasan jaringan distribusi dan kebutuhan perencanaan penjadwalan pengoperasian pembangkit energi listrik, agar daya yang dibangkitkan sesuai dengan kebutuhan beban. Oleh karena itu, penulis menggunakan suatu metode yang mampu memberikan hasil peramalan yang akurat untuk menanggulangi keterbatasan tersebut [2].

Peramalan beban listrik jangka panjang dilakukan

dengan menggunakan metode logika fuzzy. Metode logika fuzzy yang digunakan adalah metode logika fuzzy mamdani karena memiliki kemampuan meramal yang lebih baik dibandingkan dengan peramalan konvensional. Dimana inputnya berupa yaitu : pertumbuhan jumlah pelanggan, daya beban puncak sebelumnya, nilai PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) kemudian dipetakan dalam suatu FIS (*Fuzzy Inference System*), dimana FIS mengevaluasi semua rule secara simultan untuk menghasilkan output berupa daya beban puncak [3].

II. DASAR TEORI

Dasar teori ini menjelaskan tentang sistem peramalan, pengelompokan beban, keakuratan prediksi dan konsep logika fuzzy.

A. Peramalan

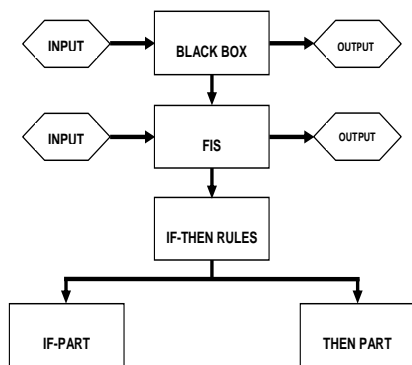
Peramalan adalah suatu cara yang digunakan untuk mengukur atau memperkirakan kejadian dimasa yang akan datang. Peramalan dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Peramalan secara kualitatif adalah peramalan yang berdasarkan pendapat dari yang melakukan peramalan, sedangkan peramalan kuantitatif adalah peramalan yang menggunakan data-data tertentu [4].

B. Pengelompokan Beban

Pengelompokan beban listrik meliputi [5]. :

1. Beban perumahan (*residential*) : merupakan beban listrik dalam kegiatan rumah tangga seperti lampu penerangan, kipas, angin, pompa air, televisi dan lain-lain.
2. Beban komersial (*commercial*) : merupakan beban listrik untuk menunjang suatu kegiatan usaha, seperti kantor, pusat pertokoan, hotel dan lain-lain.
3. Beban industri (*industrial*) : merupakan beban listrik untuk menunjang suatu proses produksi tertentu.

C. Keakuratan Prediksi



Gambar 1. Konsep Umum FIS

Logika Fuzzy adalah suatu metodologi baru yang menggunakan bahasa dan prinsip-prinsip berpikir serupa dengan cara manusia memecahkan permasalahan. Satu sasaran dari logika fuzzy adalah

untuk membuat komputer “berpikir” seperti yang kita kerjakan. Metode untuk mengevaluasi metode peramalan, masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Rumus menghitung MSE [6]:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{Y}_t)^2 \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

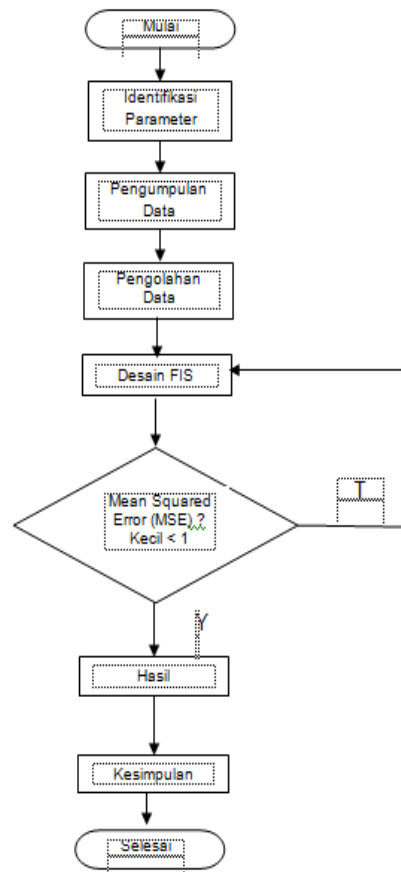
- n = Jumlah data
- y_t = Hasil Peramalan
- \bar{Y}_t = kVA Target

Dalam Gambar 1 diperlihatkan konsep umum FIS yang berisi input, FIS dan output

D. Konsep Logika Fuzzy

Motivasi utama dari teori fuzzy logic adalah memetakan sebuah ruang input ke dalam ruangan output dengan menggunakan IF-THEN rules. Pemetaan dilakukan dalam suatu *Fuzzy Inference System* (FIS). Urutan rule bisa tidak berurutan. FIS mengevaluasi semua rule secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2 untuk meramalkan kebutuhan energi listrik pada sistem kelistrikan kota palu dengan menggunakan metode logika fuzzy.

Algoritma metodologi penelitian tersebut yaitu:

1. Identifikasi parameter
Parameter penelitian terdiri dari beberapa variabel yang berpengaruh terhadap nilai data, dan data output berupa data penjualan energi.
2. Pengumpulan dan pengolahan data
Memasukkan data ke dalam metode logika fuzzy dengan cara menginputkan data variabel ke dalam kolom-kolom tertentu sheet input dari software, kemudian masukkan data untuk variabel output ke adalah kolom tertentu sheet output dari software MATLAB.
3. MSE
Memasukkan data ke persamaan MSE untuk dapat menganalisa kesalahan dari sistem statis yang terhubung secara paralel dengan beban, hasil dan pembahasan

IV. HASIL PENELITIAN

Data penelitian yang digunakan data sekunder yang berasal dari pengamatan langsung di Badan Pusat Statistik kota Palu dalam angka 2013 dan PT. PLN (Persero) Area. Data tersebut meliputi data jumlah pelanggan, PDRB, dan Data beban listrik yang diambil pada tahun 2008-2013.

▪ Data PDRB

Data asli yang diperoleh sampai dengan tahun 2013 harus disesuaikan dengan kebutuhan, dimana data tersebut diubah dalam range yang dikehendaki yang diperlihatkan pada Tabel 1.

TABEL I
DATA ASLI PDRB

Tahun	PDRB
2008	138.424
2009	161.542
2010	179.349
2011	204.004
2012	229.682
2013	252.497

TABEL II
HASIL NORMALISASI PDRB

Tahun	Jumlah Pelanggan
2008	1,4
2009	1,6
2010	1,8
2011	2
2012	2,3
2013	2,5

▪ Data Normalisasi PDRB

Pada Tabel 2 diperlihatkan data hasil normalisasi yang telah diubah dalam bentuk range yang dikehendaki.

▪ Data Jumlah Pelanggan Untuk Residence

Pada Tabel 3 memperlihatkan jumlah pelanggan PLN untuk kota Palu khusus untuk beban residence atau perumahan.

TABEL III
DATA PELANGGAN RESIDENCE

Tahun	Jumlah Pelanggan
2008	40.291
2009	42.190
2010	45.437
2011	50.422
2012	55.044
2013	61.591

A. Data Jumlah Pelanggan Untuk Bisnis

Pada Tabel 4 diperlihatkan jumlah pelanggan PLN untuk kota Palu khusus untuk beban bisnis.

TABEL IV
DATA PELANGGAN BISNIS

Tahun	Jumlah Pelanggan
2008	3.302
2009	3.499
2010	3.839
2011	4.080
2012	4.127
2013	4.413

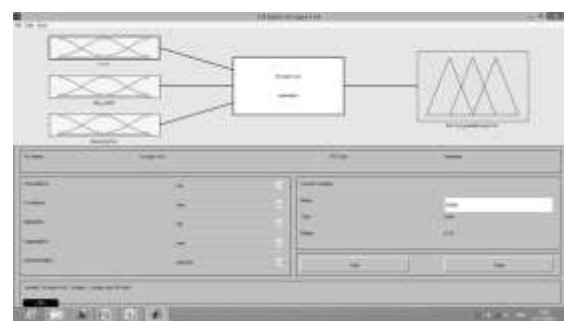
B. Data Jumlah Pelanggan Untuk Publik

Pada Tabel 5 diperlihatkan jumlah pelanggan PLN untuk kota Palu khusus untuk beban publik

TABEL V
DATA PELANGGAN PUBLIK

Tahun	Jumlah Pelanggan
2008	1.344
2009	1.382
2010	1.423
2011	1.492
2012	1.605
2013	1.720

C. Hasil Peramalan Beban Jangka Panjang Dengan Menggunakan Logika Fuzzy



Gambar 3.FIS Editor

Pada Gambar 3 dapat dilihat input berupa yaitu : daya beban puncak tahun sekarang, PDRB, jumlah pelanggan listrik yang menghasilkan output berupa yaitu : daya beban puncak tahun sesudahnya (kVA) dengan menggunakan fungsi IF-THEN rules. Dalam Gambar 4 dapat dilihat rule yang dihasilkan untuk peramalan beban listrik jangka panjang yang merupakan hasil dari peramalan.

Kemudian Gambar 5 ini dapat dilihat membership function atau fungsi keanggotaan untuk beban listrik

yang dipetakan menjadi bobot atau derajat keanggotaan.



Gambar 4. Rule Editor



Gambar 5. Membership Function

Sedangkan Gambar 6 dapat dilihat output yang berupa daya beban puncak yang terbaru, merupakan hasil peramalan beban listrik.



Gambar 6. Rule Viewer

D. Data Hasil Rekapitulasi Peramalan Beban Listrik Residence

Pada Tabel VI dapat dilihat hasil rekapitulasi data peramalan untuk beban residence dimana hasil peramalan dibandingkan dengan kVA target yang menggunakan metode DKL memiliki selisih yang cukup besar sehingga keakuratannya kurang baik. Hal ini disebabkan oleh : kurangnya data parameter yang digunakan, tidak memasukkan faktor ratio elektrifikasi pada sistem peramalan, hanya menggunakan faktor jumlah pelanggan dan PDRB seharusnya memperhatikan faktor ekonometri dan elastisitas. Faktor inilah yang mempengaruhi nilai dari sistem peramalan beban listrik jangka panjang.

Pada Tabel VII dapat dilihat hasil rekapitulasi data peramalan untuk beban bisnis dimana hasil peramalan

dibandingkan dengan kVA target memiliki selisih yang cukup besar sehingga keakuratannya kurang baik. Hal ini disebabkan oleh : kurangnya data parameter yang digunakan, tidak memasukkan faktor ratio elektrifikasi pada sistem peramalan, hanya menggunakan faktor jumlah pelanggan dan PDRB seharusnya memperhatikan faktor ekonometri dan elastisitas. Perencanaan sistem kelistrikan kota Palu yang

TABEL VI
DATA PERAMALAN LISTRIK BEBAN RESIDENCE

Tahun	X (kVA Target Forecast)	Hasil Peramalan (kVA)
2014	68,51	65,2
2015	72,53	70,5
2016	78,46	75,1
2017	83,35	80,4
2018	88,36	85,2

dipengaruhi oleh pemakaian beban listrik dari konsumen, dapat direncanakan dengan baik dikarenakan dilakukan dengan peramalan metode logika fuzzy.

TABEL VII
DATA PERAMALAN LISTRIK BEBAN BISNIS

Tahun	X (kVA Target Forecast)	Hasil Peramalan (kVA)
2014	29,81	27,8
2015	32,87	29,4
2016	35,53	31,5
2017	37,51	33,6
2018	39,47	35,5

Pada Tabel VIII dapat dilihat hasil rekapitulasi data peramalan untuk beban publik dimana hasil peramalan dibandingkan dengan kVA target memiliki selisih yang cukup besar sehingga keakuratannya kurang baik. Hal ini disebabkan oleh : kurangnya data parameter yang digunakan, tidak memasukkan faktor ratio elektrifikasi pada sistem peramalan, hanya menggunakan faktor jumlah pelanggan dan PDRB seharusnya memperhatikan faktor ekonometri dan elastisitas.

- **Persentase Error**
Untuk mengevaluasi dan mengetahui tingkat keakuratan data sistem peramalan
- **Nilai Error Untuk Beban Residence**
 - Error = $(68,1 - 65,2) / 1 \times 100 \%$
= 290 %
Jadi nilai Error Tahun 2014 = 290 %
 - Error = $(72,53 - 70,6) / 1 \times 100 \%$
= 193 %
Jadi nilai Error Tahun 2015 = 193 %
 - Error = $(78,46 - 75,1) / 1 \times 100 \%$
= 336 %
Jadi nilai Error Tahun 2016 = 336 %
 - Error = $(83,35 - 80,3) / 1 \times 100 \%$
= 305 %
Jadi nilai Error Tahun 2017 = 305 %
 - Error = $(88,36 - 85,36) / 1 \times 100 \%$
= 300 %
Jadi nilai Error Tahun 2018 = 300 %

Pada Tabel IX dapat dilihat bahwa nilai error untuk peramalan beban residence cukup besar. Yang menandakan bahwa tingkat ketelitian dari peramalan

ini kurang baik. Hal ini disebabkan oleh : kurangnya data parameter yang digunakan, tidak memasukkan faktor ratio elektrifikasi pada sistem peramalan, hanya menggunakan faktor jumlah pelanggan dan PDRB seharusnya memperhatikan faktor ekonometri dan elastisitas.

TABEL VIII
DATA PERAMALAN LISTRIK BEBAN PUBLIK

Tahun	X (KVA Target Forecast)	Hasil Peramalan (kVA)
2014	28,23	24,3
2015	29,31	26,3
2016	31,17	28
2017	33,33	30,4
2018	35,39	32,4

o Nilai Error Untuk Beban Bisnis

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (29,81 - 27,7) / 1 \times 100 \% \\ &= 211 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2014} = 211 \%$$

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (32,87 - 29,3) / 1 \times 100 \% \\ &= 357 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2015} = 357 \%$$

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (35,53 - 31,4) / 1 \times 100 \% \\ &= 413 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2016} = 413 \%$$

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (37,51 - 33,35) / 1 \times 100 \% \\ &= 416 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2017} = 416 \%$$

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (39,47 - 35,45) / 1 \times 100 \% \\ &= 402 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2018} = 402 \%$$

TABEL IX
NILAI ERROR BEBAN RESIDENCE

Tahun	Nilai Error
2014	290 %
2015	193 %
2016	336 %
2017	305 %
2018	300 %

Pada Tabel X dapat dilihat bahwa nilai error untuk peramalan beban bisnis cukup besar. Yang menandakan bahwa tingkat ketelitian dari peramalan ini kurang baik. Hal ini disebabkan oleh : kurangnya data parameter yang digunakan, tidak memasukkan faktor ratio elektrifikasi pada sistem peramalan, hanya menggunakan faktor jumlah pelanggan dan PDRB seharusnya memperhatikan faktor ekonometri dan elastisitas.

o Nilai Error Untuk Beban Publik

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (28,23 - 24,1) / 1 \times 100 \% \\ &= 413 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2014} = 413 \%$$

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (29,31 - 26,1) / 1 \times 100 \% \\ &= 321 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2015} = 321 \%$$

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (31,17 - 28,1) / 1 \times 100 \% \\ &= 307 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2016} = 307 \%$$

$$\text{- Error} = (33,33 - 30,6) / 1 \times 100 \%$$

$$= 273 \%$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2017} = 273 \%$$

$$\begin{aligned} \text{- Error} &= (35,39 - 32,3) / 1 \times 100 \% \\ &= 309 \% \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai Error Tahun 2018} = 309 \%$$

Pada beban publik merupakan beban listrik dalam daya yang sedang yang didominasi oleh tempat pelayanan umum seperti : rumah sakit, area perkantoran. Dimana dapat dilihat terjadi peningkatan nilai error yang cukup besar, hal ini disebabkan oleh kurangnya parameter masukan yang dijadikan acuan sehingga data yang dihasilkan kurang akurat.

TABEL X
NILAI ERROR BEBAN BISNIS

Tahun	Nilai Error
2014	413 %
2015	321 %
2016	307 %
2017	273 %
2018	309 %

Pada Tabel XI dapat dilihat bahwa nilai error untuk peramalan beban publik cukup besar. Yang menandakan bahwa tingkat ketelitian dari peramalan ini kurang baik. Hal ini disebabkan oleh : kurangnya data parameter yang digunakan, tidak memasukkan faktor ratio elektrifikasi pada sistem peramalan, hanya menggunakan faktor jumlah pelanggan dan PDRB seharusnya memperhatikan faktor ekonometri dan elastisitas.

TABEL XI
NILAI ERROR BEBAN PUBLIK

Tahun	Nilai Error
2014	413 %
2015	321 %
2016	307 %
2017	273 %
2018	309 %

o Nilai MSE untuk beban residence :

$$\begin{aligned} \text{- MSE} &= \frac{(85,2 - 35,23)^2}{10} \\ &= (85,2 - 35,23)^2 / 10 \\ &= 249,8 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai MSE untuk beban residence} = 249,8$$

o Nilai MSE untuk beban bisnis :

$$\begin{aligned} \text{- MSE} &= \frac{(35,5 - 16,75)^2}{10} \\ &= (35,5 - 16,75)^2 / 10 \\ &= 35,16 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi nilai MSE untuk beban bisnis} = 35,16$$

o Nilai MSE untuk beban publik :

$$\begin{aligned} \text{- MSE} &= \frac{(32,4 - 11,63)^2}{10} \\ &= (32,4 - 11,63)^2 / 10 \end{aligned}$$

= 43,14

Jadi nilai MSE untuk beban publik = 43,14

Nilai MSE yang dihasilkan di atas merupakan nilai MSE untuk beban residence, bisnis dan publik.

V.KESIMPULAN

Dengan melihat hasil perkiraan kebutuhan energi listrik yang menggunakan metode fuzzy tidak berbeda jauh dengan data riil PT. PLN (Persero) Area Palu dengan data sebagai berikut:

1. Dengan menerapkan metode logika fuzzy dalam peramalan diperoleh hasil peramalan yang kurang akurat yang nilai errornya cukup besar.
2. Perencanaan sistem kelistrikan kota Palu yang dipengaruhi oleh pemakaian beban listrik dari konsumen, dapat direncanakan dengan baik dikarenakan dilakukan dengan peramalan metode logika fuzzy.
3. Sistem peramalan beban jangka panjang dengan metode logika fuzzy sangat mempengaruhi dalam peningkatan kinerja sistem kelistrikan kota Palu.
4. Perkiraan kebutuhan energi listrik jangka panjang dengan menggunakan metode fuzzy mamdani, dapat dilihat sebagai berikut :
 - untuk beban residence dengan data sebagai berikut :
 - Pada tahun 2014, nilai hasil peramalan daya beban puncak 65,2 kVA dengan nilai error = 290 %.
 - Pada tahun 2015, nilai hasil peramalan daya beban puncak 70,5 kVA dengan nilai error = 193 %.
 - Pada tahun 2016, nilai hasil peramalan daya beban puncak 75,1 kVA dengan nilai error = 336 %.
 - Pada tahun 2017, nilai hasil peramalan daya beban puncak 80,4 kVA dengan nilai error = 305 %.
 - Pada tahun 2018, nilai hasil peramalan daya beban puncak 85,2kVA dengan nilai error = 300 %.
 - untuk beban bisnis dengan data sebagai berikut:
 - Pada tahun 2014, nilai hasil peramalan daya

beban puncak 27,8 kVA dengan nilai error = 211 %.

- Pada tahun 2015, nilai hasil peramalan daya beban puncak 29,4 kVA dengan nilai error = 357 %.
- Pada tahun 2016, nilai hasil peramalan daya beban puncak 31,5 kVA dengan nilai error = 413 %.
- Pada tahun 2017, nilai hasil peramalan daya beban puncak 33,6 kVA dengan nilai error = 416 %.
- Pada tahun 2018, nilai hasil peramalan daya beban puncak 35,5 kVA dengan nilai error = 402 %.
- untuk beban publik dengan data sebagai berikut:
 - Pada tahun 2014, nilai hasil peramalan daya beban puncak 24,3 kVA dengan nilai error = 413 %.
 - Pada tahun 2015, nilai hasil peramalan daya beban puncak 26,3 kVA dengan nilai error = 321 %.
 - Pada tahun 2016, nilai hasil peramalan daya beban puncak 28 kVA dengan nilai error = 307 %.
 - Pada tahun 2017, nilai hasil peramalan daya beban puncak 30,4 kVA dengan nilai error = 273 %.
 - Pada tahun 2018, nilai hasil peramalan daya beban puncak 32,4 kVA dengan nilai error = 309

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero) Area Palu. 2012. Data Jumlah Pelanggan Rayon Kota Palu
- [2] Badan Pusat Statistik Kota Palu. 2012. Kota Palu Dalam Angka.Indonesia
- [3] Yuliatwati,. 2011. Algoritma Fuzzy Backpropagation Pada Pengklasifikasian Dengan menggunakan Fuzzy Mean Squared Error. Prosiding Semnas Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- [4] Kadir, A. 2000.Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik.Erlangga. Jakarta
- [5] Marsudi, D. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Graha ilmu. Yogyakarta
- [6] Sidaryanto. 1989. Penerapan Metode Universitas Box Jenkins Untuk RamalanBeban Jangka Pendek Sistem Kelistrikan Bali. Puslit ITS. Surabaya