Prediksi Beban Listrik jangka Panjang di Kabupaten Batu Bara tahun 2004-2014 dengan Menggunakan Metode Fuzzy Clustering

Hermansyah Alam
Institut Teknologi Medan
Email : hermans_itm@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini mengkaji tentang penggunaan metode Fuzzy clustering untuk memprediksi daya listrik jangka panjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya error kesalahan antara daya listrik aktual dengan daya listrik hasil dari prediksi. Data historis menggunakan data daya listrik dari PT.PLN (Persero) area Pematang Siantar ranting Indrapura dan Tanjung Tiram dari tahun 2004 sampai 2014. Cara perhitungan dilakukan menggunakan metode fuzzy clustering untuk mengetahui tingkat akurasi prediksi dan nilai rata-rata error prediksi daya listrik yang terpasang untuk golongan rumah tangga. Melalui perhitungan dan simulasi didapatkan nilai error terbesar yaitu 0,2892 dan nilai error terkecilnya mencapai -0,2513 sehingga nilai rata-rata errornya mencapai 0,4% sedangkan untuk nilai RMSE mencapai 4,9%.

Kata Kunci : Fuzzy Clustering, Perdiksi, Beban Listrik, Jangka Panjang, Daya Listrik.

Pendahuluan

Di era modern seperti saat ini,energi listrik menjadi salah satu kebutuhan dasar dalam kehidupan masyarakat sehingga tingkat kebutuhan semakin besar..Salah satu daerah yang memiliki perkembangan kebutuhan listrik yang cukup besar yaitu di Kabupaten Batu Bara. Kabupaten Batu Bara. Listrik yang disalurkan ke masyarakat terbagi atas beberapa bagian, diantaranya pasokan listrik untuk rumah tangga, perkantoran, maupun pada perindustrian. Masing – masing konsumen tersebut memiliki karakteristik pemakaian listrik yang berbeda – beda tergantung pada jenis beban yang dipakainya. pada konsumen di tahun berikutnya. Sehingga PLN selaku penyalur listrik bagi konsumen dapat mengetahui jumlah daya yang dibutukan oleh konsumen. Untuk mengetahui besarnya daya yang dibutuhkan untuk mensuplai kebutuhan pemakaian beban listrik di Kabupaten Batu Bara untuk jangka panjang (10 tahun kedepan) yang dilakukan dalam beban listrik bulanan. Metode yang digunakan dalam memprediksi/mengestimasi beban listrik di Kabupaten Batu Bara dilakukan dengan metode *Fuzzy Clustering*.

Tinjauan Pustaka

Daya Listrik

Daya listrik merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Dalam sistem listrik arus bolak-balik, dikenal adanya 3 jenis daya yaitu :

a. Daya nyata (VA)
   Daya Nyata (S) adalah total perkalian antara arus dan tegangan pada suatu jaringan listrik atau penjumlahan dengan metode trigonometri dari daya aktif dan reaktif dalam segitiga daya.
   Dapat dirumuskan yaitu : S = V.I

b. Daya aktif (WATT)
   Daya Aktif (P) adalah daya yang digunakan untuk energi kerja sebenarnya. Daya inilah yang dikonversikan menjadi energi tenaga (mekanik), cahaya atau panas.Dengan persamaan : $P = V.I.\cos\varphi$

c. Daya reaktif (VAR)
   Daya Reaktif (Q) adalah daya digunakan untuk pembangkitan fluks magnetik atau medan magnet.
   Dengan rumus :$Q = V.I.\sin\varphi$

Data

Data merupakan suatu objek, kejadian, atau fakta yang terdokumentasi dengan memiliki kodifikasi terstruktur untuk suatu entitas.

Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dengan secara tidak langsung dari objek penelitian. Peniliti mendapat data yang sudah jadi (dikumpulkan oleh pihak lain).

Seperti telah dipaparkan di atas, suatu jenis data dapat memiliki beberapa sifat. Dalam penelitian kali ini, data pemakaian beban listrik yang diteliti adalah data sekunder dikarenakan pengambilan

data ini dilakukan dengan meminta kepengambilan sumber datanya (PLN). Data ini juga bersifat kuantitatif karena berisi angka – angka yang pasti, dan menurut waktu pengumpulannya data yang digunakan adalah jenis data berkala karena dimulai dari suatu waktu hingga waktu tertentu (bulan Januari 2004 sampai Desember 2014).

Fuzzy Logic

Logika fuzzy atau Fuzzy logic adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai dan logika fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari konsep logika fuzy. Beberapa alasan digunakannya logika fuzzy, antara lain (Sri Kusumadewi, 2002) :

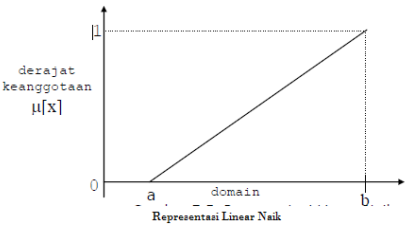
a. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti, karena didalam fuzzy terdapat konsep matematis sederhana dan mudah dimengerti yang mendasari penalaran fuzzy.
b. Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan,.
c. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
d. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi non linier yang sangat kompleks.
e. Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
f. Logka fuzzy didasari pada bahasa alami. Logika fuzzy menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.
g. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.

Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan unuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut mencakup bilangan real pada interval [0,1].

Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi



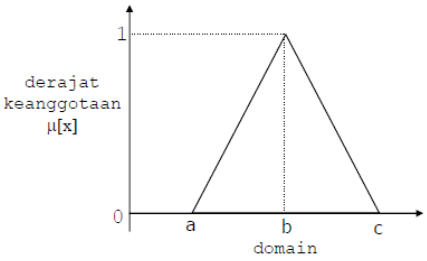
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \le a \\ (x-a)/(b-a); & a \le x \le b \\ 1; & x \ge b \end{cases}$$

Gambar 1. Bentuk kurva representasi linier.

Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 2 di bawah ini:



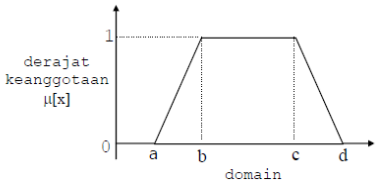
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \le a \text{ atau } x \ge c \\ (x-a)/(b-a); & a \le x \le b \\ (b-x)/(c-b); & b \le x \le c \end{cases}$$

Gambar 2. Bentuk representasi kurva segitiga.

Representasi Kurva Trapesium

Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



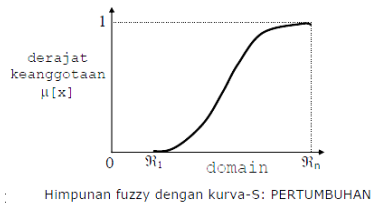
Fungsi Keanggotaan:

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

Gambar 3 Bentuk representasi kurva trapesium.

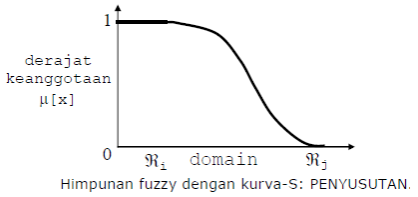
Representasi Kurva-S

Dalam representasi kurva-S dapat dimisalkan sebagai kurva pertumbuhan dan penyusutan atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear. nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi.



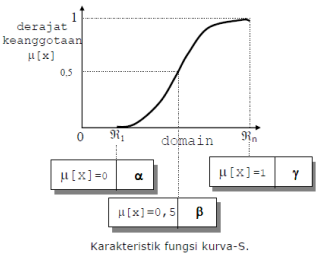
Gambar 4. Bentuk representasi kurva-S untuk pertumbuhan

Kurva-S untuk penyusutan akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) seperti telihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Bentuk representasi kurva-S untuk penyusutan.

Kurva-S didefinisikan dengan menggunakan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan lengkap (γ), dan titik infleksi atau crossover (β) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar..

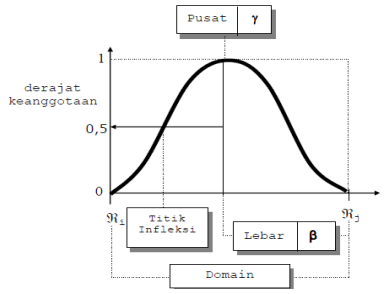


Gambar 6. Bentuk representasi kurva-S dengan menggunakan 3 parameter.

Representasi Kurva Bentuk Lonceng

Kurva PI

Kurva PI berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β). Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:



Gambar 7. Bentuk representasi kurva PI

Fungsi Keanggotaan:

$$B(x;\gamma,\beta) = \frac{1}{1+\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^2}$$

untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) yang menunjukkan lebar kurva. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:

Metodologi

Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya error kesalahan antara daya listrik aktual dengan daya listrik hasil dari estimasi.

Diagram Alir Penelitian

Gambar 8. Diagram Alir

Influence Range

Hal ini perlu dilakukan sebagai batasan untuk menspesifikasikan jangkauan pengaruh suatu pusat cluster terhadap tiap-tiap dimensi data. *Influence range* (radius) yang diambil adalah *influence range* dengan nilai 0,05 (5%) dari nilai data aktualnya.

Aplikasi Program

Data-data yang telah diperoleh dapat dibangun suatu sistem penalaran *fuzzy* dengan input sistem adalah bulan ke-(t+6), (t+4), (t+2), (t), sedangkan output dari sistem adalah bulan ke-(t-6). Dengan demikian terdapat 120 data yang akan dicluster yang terdiri dari 4 input dan 1 output. Data-data tersebut dapat dibangun suatu penalaran sistem fuzzy dengan susuna script yang dibuat dalam toolbook matlab.

Penyusunan Model Matematis

Error (kesalahan) yang dperoleh dari metode *Fuzzy Subtractive Clustering* diolah untuk menentukan estimasi *fuzzy*. Dengan hasil prediksi ini, maka akan diperoleh formula untuk menentukan dat selanjutnya. Pendekatan yang digunakan dalam menetukan model dari matematis dari estimasi kohonen yaitu dengan menggunakan perhitungan matriks *Gauss-Jordan Elimination*.

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & X_{14} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & X_{24} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & X_{34} \\ X_{41} & X_{42} & X_{43} & X_{44} \\ X_{51} & X_{52} & X_{53} & X_{54} \\ X_{61} & X_{62} & X_{63} & X_{64} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ X_n & X_n & X_n & X_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ Y_5 \\ Y_6 \\ . \\ . \\ Y_n \end{bmatrix}$$

Keterangan :

$X_{11};X_{12};X_{13};X_{14}$: Koefisisen daya listrik untuk bulan pertama dan data setiap 2 bulan.

$X_{21};X_{22};X_{23};X_{24}$: Koefisisen daya listrik untuk bulan kedua dan data setiap 2 bulan.

$X_{31};X_{32};X_{33};X_{34}$: Koefisisen daya listrik untuk bulan ketiga dan data setiap 2 bulan.

$X_{41};X_{42};X_{43};X_{44}$: Koefisisen daya listrik untuk bulan ke empat dan data setiap 2 bulan.

$X_{51};X_{52};X_{53};X_{54}$: Koefisisen daya listrik untuk bulan kelima dan data setiap 2 bulan.

$X_{61};X_{62};X_{63};X_{64}$: Koefisisen daya listrik untuk bulan ke enam dan data setiap 2 bulan.

$X_{n1};X_{n2};X_{n3};X_{n4}$: Koefisisen daya listrik untuk sampai banyaknya data dan data setiap 2 bulan, sehingga untuk mengitung matriks diatas kembali digunakan *software* matlab, dikarenakan memiliki ukuran matriks yang berbeda maka diberikan perintah inv, agar matriks dapat dihitung, dengan *script* sebagai berikut :

```
x = load('input data cluster')
y = load('fuzout' ; keluaran fuzzy atau target hasil FSC)
a = inv(x'*x)*(x'*y)
a1=a(1,:)
a2=a(2,:)
a3=a(3,:)
a4=a(4,:)
```

Maka akan mendapatkan model matematisnya $y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4$

y = target hasil FSC

a = koefisisen

x = input beban puncak listrik setiap bulannya.

4.2. Penyusunan Model Regresi Linier

Untuk menetukan daya listrik 10 tahun mendatang maka digunakan metode regresi linier, karena pada dasarnya metode fuzzy clustering yang digunakan untuk memprediksi hanya mengetahui nilai error (kesalahan) antara data aktualnya dengan data hasil prediksi. Sehingga persamaan regresi limier dari Y terhadap X dirumuskan sebagai berikut :

$Y = a + bX$

Y = variabel terikat
X = variabel bebas
a = intersep
b = koefisien regresi/slop

Dengan data daya listrik yang digunakan yaitu :

Tabel 1. Daya listrik yang terpasang pada pelanggan

Tahun	Daya listrik (Mva)
2005	39,08
2006	39,95
2007	40,86
2008	41,9
2009	43,52
2010	45
2011	47
2012	49,17
2013	51,14
2014	53,02

Analisa Dan Pembahasan

Data Hasil Penelitian

Berdasarkan data yang diambil dari PT.PLN ranting Indrapura dan Tanjung Tiram di Kabupaten Batubara selama 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2014 terlihat pada Tabel 2. Jumlah daya Listrik yang terpasang untuk golongan rumah tangga.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa setiap bulannya jumlah pelanggan yang menggunakan daya listrik mengalami peningkatan, sehingga akan mem-pengaruhi besarnya daya listrik yang disalurkan kepada konsumen dari pihak penyalur (PLN).

Subtractive clustering, dimana data yang akan diuji dengan metode tersebut adalah data daya listrik yang ada pada Tabel 1 di atas.

Pada pengujian dengan subtractive clustering sebagai input sistem yaitu data ke- (t - 6), (t – 4), (t – 2), (t), sedangakan output dari sistem yaitu data ke- (t + 6). Sehingga dari 120 data daya listrik yang ada hanya terdapat 108 data yang akan dicluster, seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Menunjukkan 108 data yang akan dicluster.

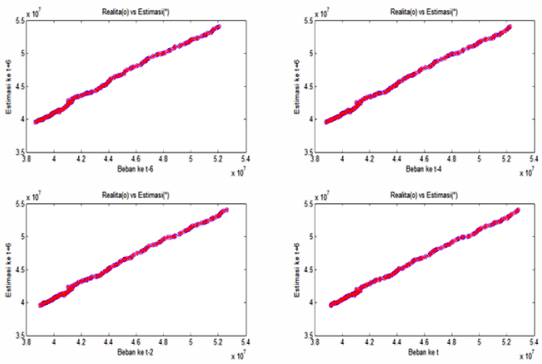
No	Input				Out	No	Input				Out
	t - 6	t - 4	t - 2	T	t + 6		t - 6	t - 4	t - 2	t	t + 6
1	38654300	38807650	38996700	39169100	39567450	55	43575650	43835850	43972800	44148700	45119750
2	38749450	38902950	39114850	39210050	39662700	56	43738700	43933200	44059850	44361150	45170650
3	38807650	38996700	39169100	39238300	39727950	57	43835850	43972800	44148700	44511250	45332650
4	38902950	39114850	39210050	39320700	39813350	58	43933200	44059850	44361150	44652950	45568150
5	38996700	39169100	39238300	39390200	39865400	59	43972800	44148700	44511250	44818500	45674500
6	39114850	39210050	39320700	39474550	39900750	60	44059850	44361150	44652950	44914050	45823600
7	39169100	39238300	39390200	39567450	39951600	61	44148700	44511250	44818500	45119750	46087200
8	39210050	39320700	39474550	39662700	40022050	62	44361150	44652950	44914050	45170650	46345650
9	39238300	39390200	39567450	39727950	40104000	63	44511250	44818500	45119750	45332650	46445700
10	39320700	39474550	39662700	39813350	40172250	64	44652950	44914050	45170650	45568150	46596050
11	39390200	39567450	39727950	39865400	40281550	65	44818500	45119750	45332650	45674500	46702850
12	39474550	39662700	39813350	39900750	40336300	66	44914050	45170650	45568150	45823600	46757850
13	39567450	39727950	39865400	39951600	40387450	67	45119750	45332650	45674500	46087200	46960750
14	39662700	39813350	39900750	40022050	40440300	68	45170650	45568150	45823600	46345650	47208050
15	39727950	39865400	39951600	40104000	40572750	69	45332650	45674500	46087200	46445700	47481700
16	39813350	39900750	40022050	40172250	40679950	70	45568150	45823600	46345650	46596050	47649700
17	39865400	39951600	40104000	40281550	40744450	71	45674500	46087200	46445700	46702850	47828150
18	39900750	40022050	40172250	40336300	40856150	72	45823600	46345650	46596050	46757850	47944250
19	39951600	40104000	40281550	40387450	40903600	73	46087200	46445700	46702850	46960750	48093300
20	40022050	40172250	40336300	40440300	41001050	74	46345650	46596050	46757850	47208050	48329100
21	40104000	40281550	40387450	40572750	41059150	75	46445700	46702850	46960750	47481700	48530600
22	40172250	40336300	40440300	40679950	41147550	76	46596050	46757850	47208050	47649700	48755800
23	40281550	40387450	40572750	40744450	41233300	77	46702850	46960750	47481700	47828150	48853150
24	40336300	40440300	40679950	40856150	41355500	78	46757850	47208050	47649700	47944250	49135200
25	40387450	40572750	40744450	40903600	41037500	79	46960750	47481700	47828150	48093300	49280650
26	40440300	40679950	40856150	41001050	41317300	80	47208050	47649700	47944250	48329100	49550050
27	40572750	40744450	40903600	41059150	41430950	81	47481700	47828150	48093300	48530600	49727150
28	40679950	40856150	41001050	41147550	41558750	82	47649700	47944250	48329100	48755800	49866700
29	40744450	40903600	41059150	41233300	41676800	83	47828150	48093300	48530600	48853150	49908400
30	40856150	41001050	41147550	41355500	41794800	84	47944250	48329100	48755800	49135200	50014850
31	40903600	41059150	41233300	41037500	41996850	85	48093300	48530600	48853150	49280650	50125150
32	41001050	41147550	41355500	41317300	42105100	86	48329100	48755800	49135200	49550050	50376800
33	41059150	41233300	41037500	41430950	42315750	87	48530600	48853150	49280650	49727150	50508950
34	41147550	41355500	41317300	41558750	42394650	88	48755800	49135200	49550050	49866700	50786250
35	41233300	41037500	41430950	41676800	42536400	89	48853150	49280650	49727150	49908400	51023600
36	41355500	41317300	41558750	41794800	42715950	90	49135200	49550050	49866700	50014850	51069250
37	41037500	41430950	41676800	41996850	42788900	91	49280650	49727150	49908400	50125150	51222400
38	41317300	41558750	41794800	42105100	43058300	92	49550050	49866700	50014850	50376800	51454450
39	41430950	41676800	41996850	42315750	43176550	93	49727150	49908400	50125150	50508950	51577250
40	41558750	41794800	42105100	42394650	43299250	94	49866700	50014850	50376800	50786250	51688450
41	41676800	41996850	42315750	42536400	43418650	95	49908400	50125150	50508950	51023600	51891100
42	41794800	42105100	42394650	42715950	43463700	96	50014850	50376800	50786250	51069250	52040600
43	41996850	42315750	42536400	42788900	43575650	97	50125150	50508950	51023600	51222400	52141150
44	42105100	42394650	42715950	43058300	43738700	98	50376800	50786250	51069250	51454450	52234250
45	42315750	42536400	42788900	43176550	43835850	99	50508950	51023600	51222400	51577250	52379150
46	42394650	42715950	43058300	43299250	43933200	100	50786250	51069250	51454450	51688450	52603350
47	42536400	42788900	43176550	43418650	43972800	101	51023600	51222400	51577250	51891100	52770300
48	42715950	43058300	43299250	43463700	44059850	102	51069250	51454450	51688450	52040600	52812900
49	42788900	43176550	43418650	43575650	44148700	103	51222400	51577250	51891100	52141150	53097400
50	43058300	43299250	43463700	43738700	44361150	104	51454450	51688450	52040600	52234250	53196050
51	43176550	43418650	43575650	43835850	44511250	105	51577250	51891100	52141150	52379150	53466100
52	43299250	43463700	43738700	43933200	44652950	106	51688450	52040600	52234250	52603350	53667200
53	43418650	43575650	43835850	43972800	44818500	107	51891100	52141150	52379150	52770300	53911300
54	43463700	43738700	43933200	44059850	44914050	108	52040600	52234250	52603350	52812900	54067850

Hasil Prediksi Dengan Menggunakan Fuzzy Subtractive Clustering diperlukan influence range atau kerapatan antara nilai dya listrik aktual dengan nilai daya listrik hasil prediksi. Influence range bernilai 0 – 1, untuk memprediksi daya listrik kali ini digunakan influence range dengan nilai 0,06. Karena nilai influence rangenya mendekati 0 akan mempengaruhi keakuratan data prediksi, jumlah cluster, dan juga nilai Root Mean Square Error (RMSE).Dari hasil pengujian data dengan metode Subtractive clustering diperoleh jumlah cluster yang dihasilkan yaitu 32 cluster dengan nilai RMSE nya yaitu 0,0491 atau 4,9%. Hasil perbandingan prediksi daya listrik dengan metode fuzzy subtractive clustering dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya listrik aktual VS Daya listrik hasil prediksi.

No	Daya Listrik Aktual (Kva)	Daya Listrik Prediksi (Kva)	Kesalahan	No	Daya Listrik Aktual (Kva)	Daya Listrik Prediksi (Kva)	Kesalahan
1	39567,45	39567,3776	-0,0724	55	45119,75	45119,7515	0,0015
2	39662,7	39662,7206	0,0206	56	45170,65	45170,6503	0,0003
3	39727,95	39727,9533	0,0033	57	45332,65	45332,6488	-0,0012
4	39813,35	39813,3623	0,0123	58	45568,15	45568,1445	-0,0055
5	39865,4	39865,2818	-0,1182	59	45674,5	45674,4921	-0,0079
6	39900,75	39900,7747	0,0247	60	45823,6	45823,5973	-0,0027
7	39951,6	39951,6255	0,0255	61	46087,2	46087,2001	0,0001
8	40022,05	40022,0712	0,0212	62	46345,65	46345,65	0
9	40104	40104,0092	0,0092	63	46445,7	46445,6999	-0,0001
10	40172,25	40172,2413	-0,0087	64	46596,05	46596,05	0
11	40281,55	40281,5363	-0,0137	65	46702,85	46702,8501	0,0001
12	40336,3	40336,3123	0,0123	66	46757,85	46757,85	0
13	40387,45	40387,4458	-0,0042	67	46960,75	46960,7499	-0,0001
14	40440,3	40440,3151	0,0151	68	47208,05	47208,0501	0,0001
15	40572,75	40572,704	-0,046	69	47481,7	47481,7	0
16	40679,95	40680,0058	0,0558	70	47649,7	47649,7	0
17	40744,45	40744,4646	0,0146	71	47828,15	47828,15	0
18	40856,15	40856,2175	0,0675	72	47944,25	47944,25	0
19	40903,6	40903,6647	0,0647	73	48093,3	48093,3	0
20	41001,05	41000,7987	-0,2513	74	48329,1	48329,1	0
21	41059,15	41059,1838	0,0338	75	48530,6	48530,6	0
22	41147,55	41147,5769	0,0269	76	48755,8	48755,8	0
23	41233,3	41233,3247	0,0247	77	48853,15	48853,15	0
24	41355,5	41355,4763	-0,0237	78	49135,2	49135,2	0
25	41037,5	41037,5212	0,0212	79	49280,65	49280,65	0
26	41317,3	41317,3043	0,0043	80	49550,05	49550,05	0
27	41430,95	41430,9553	0,0053	81	49727,15	49727,15	0
28	41558,75	41558,7416	-0,0084	82	49866,7	49866,7	0
29	41676,8	41676,7976	-0,0024	83	49908,4	49908,4	0
30	41794,8	41794,8106	0,0106	84	50014,85	50014,85	0
31	41996,85	41996,8429	-0,0071	85	50125,15	50125,15	0
32	42105,1	42105,0998	-0,0002	86	50376,8	50376,8	0
33	42315,75	42315,7474	-0,0026	87	50508,95	50508,95	0
34	42394,65	42394,6498	-0,0002	88	50786,25	50786,25	0
35	42536,4	42536,3996	-0,0004	89	51023,6	51023,6	0
36	42715,95	42715,9501	0,0001	90	51069,25	51069,25	0
37	42788,9	42788,8996	-0,0004	91	51222,4	51222,4	0
38	43058,3	43058,2976	-0,0024	92	51454,45	51454,4501	0,0001
39	43176,55	43176,5744	0,0244	93	51577,25	51577,25	0
40	43299,25	43299,2876	0,0376	94	51688,45	51688,45	0
41	43418,65	43418,7401	0,0901	95	51891,1	51891,1	0
42	43463,7	43463,8961	0,1961	96	52040,6	52040,6	0
43	43575,65	43575,7702	0,1202	97	52141,15	52141,15	0
44	43738,7	43738,9892	0,2892	98	52234,25	52234,25	0
45	43835,85	43835,8591	0,0091	99	52379,15	52379,15	0
46	43933,2	43933,1553	-0,0447	100	52603,35	52603,35	0
47	43972,8	43972,7153	-0,0847	101	52770,3	52770,3	0
48	44059,85	44059,8713	0,0213	102	52812,9	52812,9	0
49	44148,7	44148,6952	-0,0048	103	53097,4	53097,4	0
50	44361,15	44361,1396	-0,0104	104	53196,05	53196,05	0
51	44511,25	44511,2456	-0,0044	105	53466,1	53466,1	0
52	44652,95	44652,9463	-0,0037	106	53667,2	53667,2	0
53	44818,5	44818,5007	0,0007	107	53911,3	53911,3	0
54	44914,05	44914,0476	-0,0024	108	54067,85	54067,85	0

Dari tabel diatas bahwa nilai error (kesalahan) terbesar adalah 0,2892 pada data ke 44, sedangkan nilai error (kesalahan) terkecil yaitu -0,2513 pada data ke 20. Sehingga rata-rata error yaitu 0,0049 atau 0,4%.



Gambar 10. Menunjukkan hasil cluster

Gambar 10, menunjukkan hasil cluster dari data pada Tabel 4. yang membandingkan daya listrik pada data ke- (t-6), (t-4), (t-2), (t) dengan (t+6). Subplot merupakan tampilan atau pengolahan grafik dengan membagi satu windows menjadi beberapa *figure* i window ehingga menjadi 2 baris x 2 kolom berdasarkan area plot yang terpisah. Perhitungan Persamaan Model matematis untuk daya listrik yang terpasang kepada pelanggan :

$$Y = -0{,}5152\ X_1 + (-0{,}0034)\ X_2 + 0{,}0576\ X_3 + 1{,}4703\ X_4$$

Untuk menentukan daya listrik yang terpasang kepada pelanggan dalam 10 tahun mendatang digunakan metode koefisien regresi yang telah didapat yaitu y = 1,587X – 3143,82. Dengan X adalah variabel bebas yaitu tahun yang akan datang dari 2015 samapai 2024. Maka untuk mengetahui daya listrik yang terpasang kepada pelanggan dari tahun 2015 sampai 2024 yaitu:

Y = (1,587 x 2015) – 3143,82
= 3197,805 – 3143,82
= 53, 985 MVA

Jadi daya listrik yang terpasang kepada pelanggan di tahun 2015 sebasar 53,985 Mva. Maka untuk hasil 10 tahun yang akan datang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Prediksi daya listrik 10 tahun mendatang

Tahun	Daya Listrik (Mva)
2015	53,985
2016	55,572
2017	57,159
2018	58,746
2019	60,333
2020	61,92
2021	63,507
2022	65,094
2023	66,681
2024	68,268

Kesimpulan

1. Untuk mengestimasi daya listrik yang terpasang pada pelanggan sangat cocok dengan menggunakan metode fuzzy subtractive clustering.

2. Dari hasil perhitungan bahwa diperoleh nilai error terbesar mencapai 0,2892 pada data ke 44, sedangkan nilai error (kesalahan) terkecil yaitu -0,2513 pada data ke 20. Sehingga rata-rata error yaitu 0,0049 , sedangkan untuk nilai RMSE atau rata-rata kuadrat errornya mencapai 4,9%.

Daftar Pustaka

Harifuddin, 2007, ***Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2017***, Tugas Akhir, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNM.

Harinaldi, 2005, ***Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik,*** Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sumatera utara.

Hasrun Nariyanto, 2014, ***Peramalan Beban Puncak Jangka Pendek Berbasis Algoritma Fuzzy Clustering, Studi Kasus Jawa-Bali***, Tugas Akhir**,** Fakultas Teknik, Institut Teknologi Nasional.

Iramadi, 2009, ***Peramalan Beban Listrik Dengan Menggunakan Metode Anfis***, Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Medan.

Kusumadewi Sri, 2002, ***Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan ToolBox Matlab,*** Graha Ilmu, Jakarta.

Peranginangin Anwar, 2012, ***Optimasi Influence Range Algoritma Fuzzy Clustering Untuk Peramalan Beban Dasar dan Beban Puncak Harian***, Tugas Akhir, Universitas Pendidikan Indonesia.