

IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC MAMDANI DALAM MEMPREDIKSI KEBUTUHAN DAYA LISTRIK JANGKA PENDEK DI PT. PLN (PERSERO) PEMATANG SIANTAR

Rahmat Dinur¹

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Efarina

E-mail: ¹rahmatdinur@gmail.com

Abstrak

Pemakaian energi listrik saat ini sangat tinggi mengingat banyaknya peralatan rumah tangga maupun industri yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaganya, sehingga diperlukan adanya sistem tenaga listrik yang handal namun tetap ekonomis. Hal tersebut dapat dicapai dengan melakukan perencanaan operasi yang baik dan tepat, salah satu langkah perencanaan operasi sistem tenaga listrik yang penting yaitu peramalan kebutuhan daya listrik. Salah satu metode dalam sistem cerdas yang dapat digunakan untuk peramalan daya listrik adalah metode Fuzzy Logic Mamdani. Pada penelitian ini, metode tersebut digunakan untuk peramalan daya listrik jangka pendek atau harian. Data yang dipergunakan untuk pembelajaran pada peramalan ini adalah data sebenarnya (actual data) yang diambil dari GI Sengkaling, pada tanggal 1 Maret 2016 sampai dengan 31 Maret 2016. Pembangunan sistem Fuzzy Mamdani menggunakan software matlab. Fuzzy Inference System yang digunakan adalah tipe Mamdani, dengan fungsi keanggotaan segitiga dan lima metode Defuzzifikasi yaitu Centroid, Bisector, MOM, LOM dan SOM. Penelitian ini menghasilkan nilai rata-rata MAPE pada peramalan hari Senin dengan 5 metode Defuzzifikasi yaitu, Centroid 0,71, Bisector 0,63%, MOM 0,97%, LOM 7,13%, dan SOM 1,54%. Sedangkan peramalan menggunakan Fuzzy Sugeno pada hari Senin menghasilkan rata-rata MAPE 0,57%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa peramalan dengan metode Fuzzy Sugeno lebih baik dibandingkan peramalan dengan Fuzzy Mamdani.

Kata Kunci : Perkiraan Daya Listrik Jangka Pendek, Fuzzy Logic Mamdani & Sugeno, Matlab, MAPE

PENDAHULUAN

Kecukupan pasokan energi listrik diukur dengan melihat kemampuan pasokan daya listrik pada saat beban puncak. Hal ini mengingat sifat tenaga listrik tidak dapat disimpan, sehingga kebutuhan suatu saat harus dipasok saat itu juga. Disamping itu, kebutuhan energi listrik bersifat acak dan dinamis sehingga diperlukan strategi prakiraan pertumbuhan beban dan penyediaan daya yang terdistribusi sesuai dengan dinamika kebutuhan beban.

Kota Batu merupakan salah satu kota kecil yang konsumsi listriknya terus meningkat karena berkembangnya sektor pariwisata yang menjadi ikon kota. Dengan meningkatnya laju perekonomian di Kota Batu dalam segi pariwisata, maka kebutuhan akan daya listrik di Kota Batu selalu bertambah sehingga menyebabkan konsumsi listrik di Kota Batu semakin besar pula. Perubahan konsumsi listrik tersebut jika tidak diolah dengan baik maka akan menimbulkan beban energi listrik yang tidak terbandung, oleh karena itu dibutuhkan suatu peramalan daya listrik jangka pendek untuk menjaga kontinuitas pelayanan energi listrik ke konsumen.

Berdasarkan perumusan latar belakang diatas, maka penulis bertujuan melakukan penelitian mengenai perkiraan beban jangka pendek dengan metode Fuzzy Logic menggunakan data beban dan memasukan faktor-faktor yang mempengaruhi beban listrik seperti suhu sebagai masukannya. Alat bantu yang akan digunakan untuk melakukan peramalan yaitu toolbox Fuzzy Logic yang terdapat pada software matlab.

Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan dalam penerapan Fuzzy Logic sebagai metode alternatif untuk perkiraan beban listrik jangka pendek dan sebagai informasi mengenai penggunaan Fuzzy Logic dalam matlab.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi literatur, yaitu pembelajaran melalui jurnal- jurnal internasional yang memiliki studi kasus yang sama, maupun melalui internet dan buku-buku yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

Tahap selanjutnya adalah proses mencari sumber-sumber informasi data yang sekiranya dapat bermanfaat untuk proses penelitian. Informasi yang didapat merupakan data beban listrik PLN dan data temperatur BMKG pada daerah yang berdekatan. Dalam hal ini data beban listrik didapatkan dari GI Sengkaling sedangkan data suhu berasal dari stasiun klimatologi Pematang Siantar, data beban listrik dan suhu permukaan bumi yang akan digunakan untuk peramalan nanti adalah data pada 3 minggu di bulan Maret 2016.

Data yang digunakan adalah data beban listrik pada GI Sengkaling yaitu jumlah total dari trafo 3 dan trafo 4 dalam satuan mega watt (MW). Dalam penelitian ini data yang diolah berupa data setiap 1 jam pada hari yang sama selama 24 jam dalam satu minggu (misalnya data yang ingin diramal adalah hari senin maka data acuannya juga hari senin). Alasan digunakannya data pada hari yang sama dikarenakan pola beban listrik biasanya serupa dengan pola beban pada hari sejenis dan umumnya masing- masing hari memiliki karakteristik pola beban yang berbeda-beda.

Kemudian data tersebut dibagi dalam 3 kategori untuk meramalkan beban listrik jangka pendek, yaitu data hari senin tanggal 7 & 14 Maret sebagai pijakan untuk ramalan sedangkan data pada hari senin tanggal 21 akan dijadikan sebagai pembandingan hasil ramalan, hal yang sama juga berlaku untuk peramalan hari lainnya. Karena data yang digunakan adalah data beban listrik setiap satu jam (1 hari = 24 jam) maka akan ada 24 hasil ramal pada hari senin.

Menurut Marsudi (2011), suhu permukaan bumi juga ikut mempengaruhi penggunaan listrik. Biasanya masyarakat pada suhu lingkungan yang tinggi akan menggunakan alat pendingin ruangan atau kipas angin yang akan mempengaruhi jumlah konsumsi beban listrik yang digunakan. Oleh karena itu variabel suhu permukaan bumi juga akan digunakan pada peramalan ini.

Data suhu permukaan bumi diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pematang Siantar Pematang Siantar. Data suhu yang digunakan disini sama dengan data beban listrik yaitu selama 2 minggu setiap satu jam dengan satuan celcius (°C).

Tahapan-tahapan cara kerja pada peramalan daya listrik jangka pendek ini akan menggunakan software MATLAB untuk memudahkan pengerjaan ramalan. Adapun untuk menyelesaikan peramalan daya listrik dibutuhkan beberapa tahapan-tahapan yaitu :

1. Menentukan variabel yang akan diramal, yaitu variabel beban listrik serta suhu permukaan bumi.

2. Pembentukan himpunan fuzzy serta fungsi keanggotaan (fungsi keanggotaan yang akan digunakan adalah fungsi segitiga). Untuk variabel beban listrik fungsi keanggotaannya terdiri atas 7 himpunan fuzzy yaitu minimum, sangat kecil, kecil, medium, besar sangat besar dan maksimum, sedangkan untuk variabel suhu permukaan bumi fungsi keanggotaannya terdiri 5 himpunan fuzzy yaitu dingin, sejuk, normal, hangat dan panas.

3. Melakukan komposisi aturan, untuk memperoleh error ramalan terkecil komposisi aturan harus disusun berdasarkan keterkaitan antar variabel.

4. Tahap selanjutnya adalah Defuzzifikasi, pada tahap ini data yang diterjemahkan kedalam aturan-aturan fuzzy dioutputkan kembali dalam bentuk data crisp. Ada 5 metode defuzzifikasi Mamdani yang digunakan yaitu metode centroid, bisector, metode mean of maximum (Mom), metode largest of maximum (Lom), dan metode smallest of maximum (SoM), dan 1 metode defuzzifikasi Sugeno yaitu Weight of Average.

5. Mendapatkan hasil ramalan terbaik dari masing-masing metode defuzzyfikasi

berdasarkan aturan-aturan yang sudah disusun.

6. Setelah hasil ramalan diperoleh maka selanjutnya dihitung nilai mean absolute percent error (MAPE) dengan persamaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal dari proses inferensi adalah fuzzifikasi yaitu merubah data tegas (*crisp*) menjadi data dalam bentuk himpunan fuzzy dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Sebagai contoh akan digunakan data pada jam 00.00 yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 5. Nilai Derajat Keanggotaan Jam 00.00

Variabel	Himpunan Fuzzy	Derajat Keanggotaan
Beban1 (49,2)	Kecil	0,7
	Medium	0,3
Suhu1 (20,4)	Dingin	0,46
	Sedang	0,54
Beban2 (49)	Kecil	0,84
	Medium	0,16
Suhu2 (19,5)	Dingin	0,78
	Sedang	0,21

4.1.1. Aplikasi Fungsi Implikasi

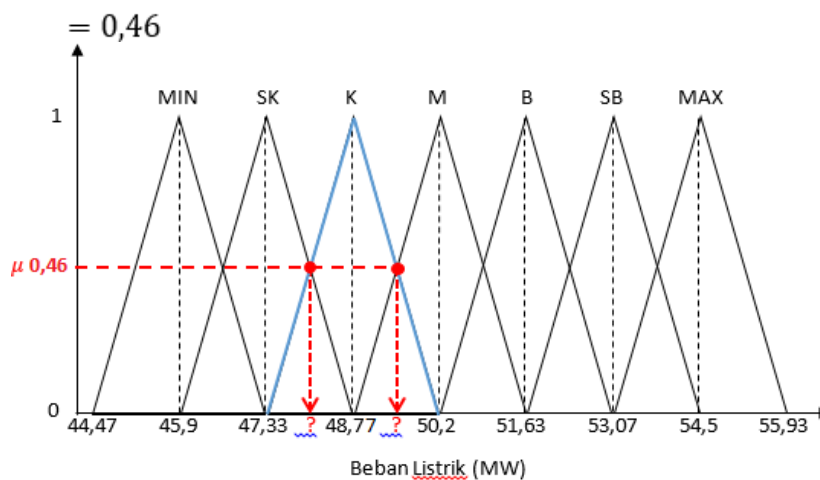
Setelah proses fuzzifikasi, tahapan selanjutnya adalah menentukan fungsi implikasi. Aplikasi fungsi implikasi pada metode Mamdani menggunakan fungsi MIN. Pada tahapan ini setiap derajat keanggotaan yang sudah di hitung diproses kedalam 82 aturan fuzzy yang sudah kita bangun sebelumnya, kemudian dari ke

82 rule tersebut didapat 4 aturan yang cocok untuk peramalan pada jam 00.00, yaitu :

[R1] *if (BEBAN1 is Kecil) and (SUHU1 is Dingin) and (BEBAN2 is Kecil) and (SUHU2 is Dingin) then (HASIL RAMAL is Kecil)*

$$\alpha_1 = \min(\mu_{Kecil}[49,2], \mu_{Dingin}[20,4], \mu_{Kecil}[49], \mu_{Dingin}[19,5])$$

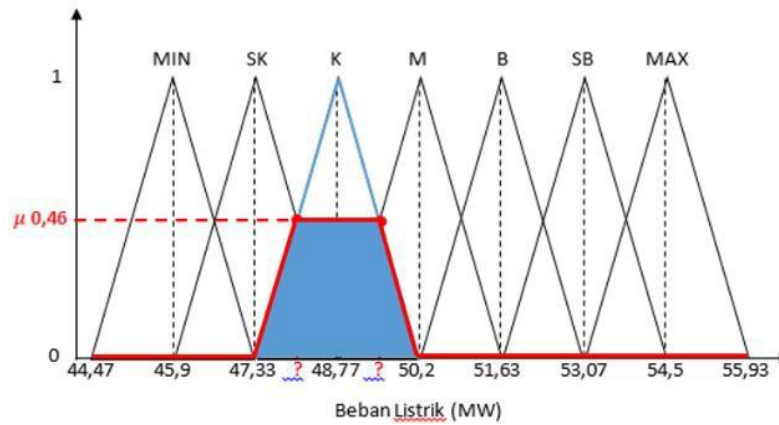
$$= \min(0,69; 0,46; 0,83; 0,78)$$



Gambar 4. 6. Fungsi Implikasi Aturan 1

$$\begin{aligned} \triangleright \mu[x] &= \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \rightarrow 0,46 = \frac{x-47,33}{48,77-47,33}, 47,33 \leq x \leq 48,77 \\ \triangleright 0,46 &= (x - 47,33)/(48,77 - 47,33) \\ \triangleright x &= 48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \triangleright \mu[x] &= \frac{c-x}{c-b}, b \leq x \leq c \rightarrow 0,45 = \frac{50,2-x}{50,2-48,7}, 47,33 \leq x \leq 48,77 \\ \triangleright 0,46 &= (50,2 - x)/(50,2 - 48,77) \\ \triangleright x &= 49,53 \end{aligned}$$



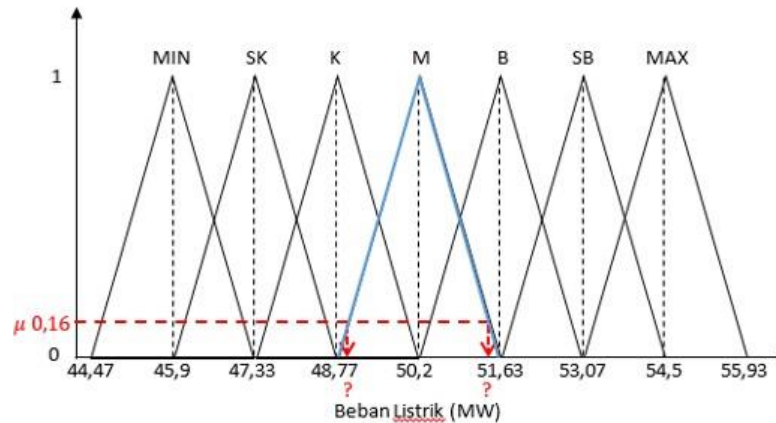
Gambar 4. 7. Hasil Perpotongan Fungsi Implikasi Aturan 1

Sehingga terbentuk rumusan baru untuk merepresentasikan segitiga yang terpotong ini, sebagai berikut :

$$\mu_{Kecil} = \begin{cases} 0, & x \leq 47,33 \text{ atau } x \geq 50,2 \\ \frac{x - 47,33}{48,77 - 47,33}, & 47,33 \leq x \leq 48 \\ 0,46, & 48 \leq x \leq 49,53 \\ \frac{50,2 - x}{50,2 - 48,77}, & 49,53 \leq x \leq 50,2 \end{cases}$$

[R2] *if* (BEBAN1 is Medium) *and* (SUHU1 is Sejuk) *and* (BEBAN2 is Medium) *and* (SUHU2 is Sejuk) *then* (HASIL RAMAL is Medium)

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \min(\mu_{Medium}[49,2], \mu_{Sejuk}[20,4], \mu_{Medium}[49], \mu_{Sejuk}[19,5]) \\ &= \min(0,3; 0,54; 0,16; 0,21) \\ &= 0,16 \end{aligned}$$



Gambar 4. 8. Fungsi Implikasi Aturan 2

$$\mu[x] = \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \rightarrow 0,16 = \frac{x-48,77}{50,2-48,77}, 48,77 \leq x \leq 50,2$$

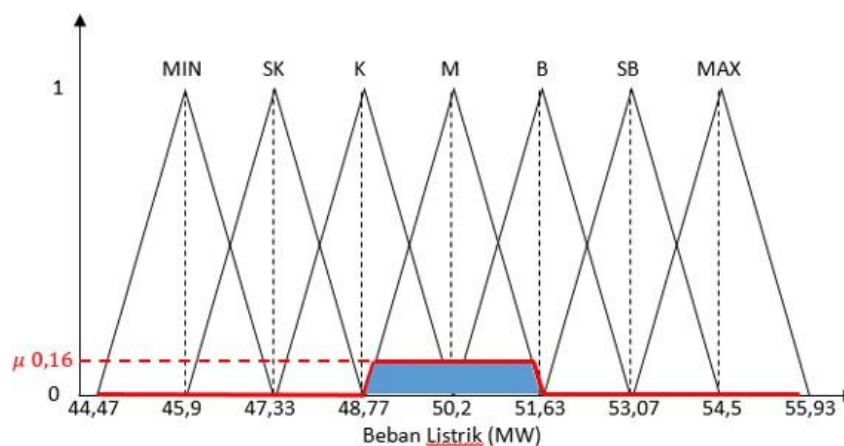
$$0,16 = (x - 48,77)/(50,2 - 48,77)$$

$$x = 49$$

$$\mu[x] = \frac{c-x}{c-b}, b \leq x \leq c \rightarrow 0,45 = \frac{51,63-x}{51,63-50,2}, 50,2 \leq x \leq 51,63$$

$$0,16 = (51,63 - x)/(51,63 - 50,2)$$

$$x = 51,40$$



Gambar 4. 9. Hasil Perpotongan Fungsi Implikasi Aturan 2

1. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini peramalan menggunakan 5 metode Defuzzifikasi Mamdani yaitu Centroid, Bisector, MOM, LOM dan SOM, serta 1 metode Weight Of Average Sugeno. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Peramalan daya listrik jangka pendek dengan interval waktu ramalan 24 jam di Kota Batu selain menggunakan data beban listrik dapat juga digunakan data suhu permukaan bumi sebagai variabel pendamping agar nilai peramalan yang didapatkan semakin akurat.
2. Peramalan dengan 5 metode Defuzzifikasi Mamdani diperoleh MAPE untuk hari Senin dengan metode Centroid adalah 0,71%, Bisector 0,63%, MOM 0,97%, LOM 7,13%, SOM 1,54%. Sehingga peramalan dengan metode Defuzzifikasi Mamdani yang terbaik adalah menggunakan metode Bisector. Sedangkan peramalan dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno dengan defuzzifikasi Weight Of Average didapatkan hasil error yang lebih kecil daripada menggunakan metode Mamdani.
3. Dengan membandingkan hasil peramalan satu minggu dengan metode Fuzzy Mamdani & Sugeno dapat disimpulkan metode terbaik adalah menggunakan metode Fuzzy Sugeno dengan defuzzifikasi Weight Of Average.
4. Keakuratan metode Fuzzy Logic untuk peramalan terletak pada aturan- aturan (rule) yang dibangun dari data-data yang ada, sehingga pemilihan aturan yang tepat mungkin akan membuat hasil peramalan menjadi lebih baik. Tetapi walaupun begitu, Metode Fuzzy Logic dapat meramal daya listrik dengan persentase kesalahan (error) kurang dari 1%.

Metode peramalan dengan menggunakan teknik kecerdasan buatan dapat menghasilkan tingkat kesalahan yang beragam. Sehingga banyaknya data historis (aktual) yang didapatkan, dapat meningkatkan tingkat keakuratan peramalan. Selain itu, untuk melakukan peramalan daya listrik jangka pendek dapat juga dilakukan dengan mencoba metode lain, hal ini bertujuan agar mendapatkan metode peramalan dengan tingkat keakuratan yang lebih baik lagi dan bisa menjadi pembanding dengan metode-metode peramalan yang sudah pernah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harsono, A, Ciptomulyono, U., & Siswanto, N. (2005). Usulan Penggunaan Metode Fuzzy Artificial Neural Network untuk Peramalan Kebutuhan Listrik, Studi Kasus : PLN Area Pelayanan Pematang Siantar. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi I.
- [2] Marsudi, D. (2005). Perkiraan Beban Pembangkit Energi Listrik (pp.152-160). Jakarta: Erlangga.
- [3] Supranto, J. (2004). Metode Peramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan. Jakarta: Gramedia.
- [4] Arnold, J.R. Tony & Chapman, N. Stephen. (2004) Introduction To Material Management (pp.199-273). New Jersey: Prentice.
- [5] Kyung-Bin Song. 2005. Short-Term Load Forecasting for the Holidays Using Fuzzy Linear Regression Method. IEEE Transactions On Power System, Vol. 20, No. 1, February.
- [6] Efendi, Hansi, “ Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Matlab”, SAINSTEK, Vol. XII, No. 1, September 2009.
- [7] Kusumadewi, Sri, “Analisis dan Desain Sistem Fuzzy menggunakan Toolbox Matlab,” , Yogyakarta : Graha Ilmu, 2002.
- [8] S.Si., M.Kom. Mulyanto Edy, S.Si., M. Kom Sutojo.t, Dr. Suhartono Vincent “Kecerdasan Buatan” , Yogyakarta : Penerbit Andi, 2011.
- [9] Dr. Agus Naba, Eng “Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB”, Yogyakarta : Penerbit Andi, 2009.
- [10] <http://www.mathworks.com/help/fuzzy/examples/defuzzification-methods.html>
Diakses pada tanggal 14 Maret 2016.