

## BAB III

### METODE PENELITIAN

Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak optimasi *influence range* untuk kasus peramalan beban puncak dan beban dasar harian berbasis Algoritma *FSC*. Untuk menguji tingkat akurasi peramalan hasil peramalan *FSC* dibandingkan pula dengan hasil peramalan dengan metode koefisien beban yang selama ini digunakan oleh PLN. Beban dasar didefinisikan sebagai beban listrik yang digunakan konsumen mulai pukul 23.00 sampai dengan pukul 16.00 dan data beban puncak merupakan beban yang digunakan konsumen mulai pukul 17.00 sampai dengan pukul 22.00.

#### 3.1. Model Peramalan Beban Listrik PLN

Untuk membuat peramalan beban listrik jangka pendek (beban harian), PLN menggunakan suatu metode yang sudah lama digunakan yaitu metode koefisien beban. Pada metode ini untuk menentukan koefisien digunakan beban-beban masa lalu dan beban puncak.

##### 3.1.1. Penyusunan Algoritma Koefisien

Untuk membuat model peramalan pada metode koefisien disusun suatu algoritma sebagai berikut :

1. Menyusun data beban-beban masa lalu pada jam ke- $t$  pada hari ke  $(h-1)$ ,  $(h-2)$ ,  $(h-3)$ ,..., $(h-n)$ , yang selanjutnya disimbolkan  $X_{t(h-1)}$ ,  $X_{t(h-2)}$ ,..., $X_{t(h-n)}$ .

Dimana  $t = 1,2,3,\dots, 24$ , dan  $h$  adalah hari Senin sampai dengan Minggu.

- Menentukan beban puncak dan beban dasar untuk setiap beban pada hari (h-1), (h-2),..., (h-n), untuk hari senin sampai minggu.
- Menentukan koefisien ( $\alpha$ ) untuk setiap jam t dengan cara membandingkan besarnya beban pada jam t, hari h dengan beban puncak pada hari h tersebut.

$$\alpha = \frac{X_{t(h-1),t(h-2),\dots,t(h-n)}}{X_{\text{maks}(h-1),(h-2),\dots,(h-n)}}$$

dimana,

$\alpha$  = koefisien beban.

$X_{t(h-n)}$  = beban pada jam t hari h, n minggu sebelumnya, (n = 1,2,...).

$X_{\text{maks}(h-n)}$  = beban maksimum hari h, n minggu sebelumnya, (n = 1,2,...).

- Menentukan pertumbuhan ( $\beta$ ), yang dihitung dengan membandingkan beban pada jam t hari h dengan beban pada t yang sama dan hari yang sama sebelumnya.

$$\beta = \frac{X_{t(h-1),t(h-2),\dots,t(h-(n-1))}}{X_{t(h-2),(h-3),\dots,(h-n)}}$$

dimana,

$\beta$  = pertumbuhan beban.

- Menghitung peramalan beban pada jam t hari h dengan rumus :

$$Y_{th} = \bar{\alpha} \times \bar{\beta} \times X_{\text{maks}(h-1)}$$

$Y_{th}$  = Peramalan beban pada jam t hari h.

Selanjutnya dari algoritma di atas, karena data beban masa lalu pada studi ini diambil 4 minggu sebelumnya maka model peramalan beban PLN diperoleh sebagai berikut :

$$Y_{th} = \underbrace{\left[ \frac{1}{4} \left( \frac{X_{t(h-1)}}{X_{maks(h-1)}} + \frac{X_{t(h-2)}}{X_{maks(h-2)}} + \dots + \frac{X_{t(h-4)}}{X_{maks(h-4)}} \right) \right]}_{\bar{\alpha} = \text{rata-rata koefisien}} \times$$

$$\underbrace{\left[ \frac{1}{3} \left( \frac{X_{t(h-1)}}{X_{(h-2)}} + \frac{X_{t(h-2)}}{X_{(h-3)}} + \dots + \frac{X_{t(h-3)}}{X_{(h-4)}} \right) \right]}_{\bar{\beta} = \text{rata-rata pertumbuhan}} \times X_{maks(h-1)}$$

### 3.2. Analisis Masalah

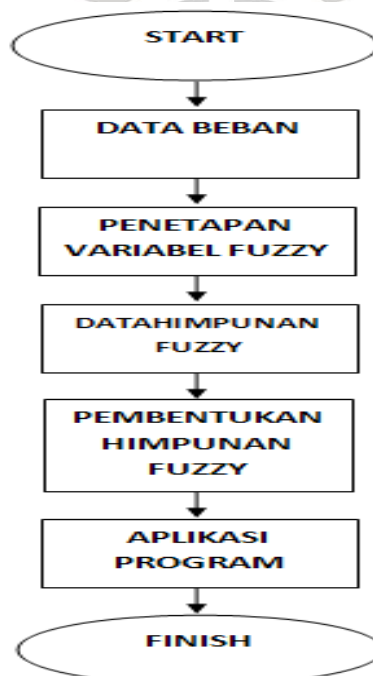
Model sistem yang akan dirancang memiliki beberapa batasan-batasan sebagai berikut :

1. Jumlah aturan yang terjadi sebanyak jumlah cluster yang diberikan dari algoritma *FSC*.
2. Metode penalaran menggunakan Sugeno.
3. Banyaknya himpunan fuzzy tiap dimensi data (variabel) sama dengan jumlah aturan.
4. Fungsi keanggotaan menggunakan Gauss, dengan dimensi ke-i aturan ke-j memiliki parameter :  $[\sigma_i \ C_{ij}]$

### 3.2.1. Data-Data Yang Akan Diuji

**Tabel 3.1.**  
Variabel data yang akan di cluster dari hari senin sampai minggu

HARI	Input				Output
	t - 21	t - 14	t - 7	t	t + 7
Senin	4 Mei 2009	11 Mei 2009	18 Mei 2009	25 Mei 2009	1 Juni' 2009
Selasa	5 Mei 2009	12 Mei 2009	19 Mei 2009	26 Mei 2009	2 Juni 2009
Rabu	6 Mei 2009	13 Mei 2009	20 Mei 2009	27 Mei 2009	3 Juni 2009
Kamis	7 Mei 2009	14 Mei 2009	21 Mei 2009	28 Mei 2009	4 Juni 2009
Jum'at	1 Mei 2009	8 Mei 2009	15 Mei 2009	22 Mei 2009	29 Mei 2009
Sabtu	2 Mei 2009	9 Mei 2009	16 Mei 2009	23 Mei 2009	30 Mei 2009
Minggu	3 Mei 2009	10 Mei 2009	17 Mei 2009	24 Mei 2009	31 Mei 2009



**Gambar 3.1** Diagram aliran data beban



### 3.2.2. Algoritma *Subtractive Clustering*

Algoritma *fuzzy subtractive clustering* adalah sebagai berikut :

1. Input data yang akan dicluster :  $X_{ij}$  dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ ; dan  $j = 1, 2, \dots, m$ .
2. Tetapkan nilai :

- a.  $r_j$  (*influence range*)
- b.  $q$  (*squash factor*)
- c. *Accept\_ratio*
- d. *Reject\_ratio*
- e.  $X_{min}$
- f.  $X_{max}$

3. Normalisasi :  $X_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{min_j}}{X_{max_j} - X_{min_j}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$

4. Tentukan potensi awal tiap-titik data

- a.  $i = 1$

- b. kerjakan hingga  $i = n$

- $T_j = X_{ij}; j = 1, 2, \dots, m$

- Hitung :  $D_{kj} = \left( \frac{T_j - X_{kj}}{r} \right); j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n$

- Potensi awal : jika  $m = 1$ , maka  $D_i = \sum_{k=1}^n e^{-4(D_{i1}^2)}$

jika  $m > 1$ , maka  $D_i = \sum_{k=1}^n c \left( \sum_{j=1}^m D_{ik2}^2 \right)$

- $i = j + 1$

Anwar Peranginangin, 2012

Optimasi Influence Range Algoritma Fuzzy Subtractive Clustering Untuk Peramalan Beban Dasar Dan Beban Puncak Harian

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

5. Cari titik dengan D tertinggi
  - a.  $m = \max[D_i; I = 1, 2, \dots, n]$
  - b.  $h = i$ ; sedemikian hingga  $D_i = m$
6. Tentukan pusat cluster dan kurangi potensinya terhadap titik-titik disekitarnya :

- a.  $Center = []$

- b.  $D'_k = D_k - D_{c1} * e^{\left(-\frac{\|x_k - x_{c1}\|}{(r_b/2)^2}\right)}$

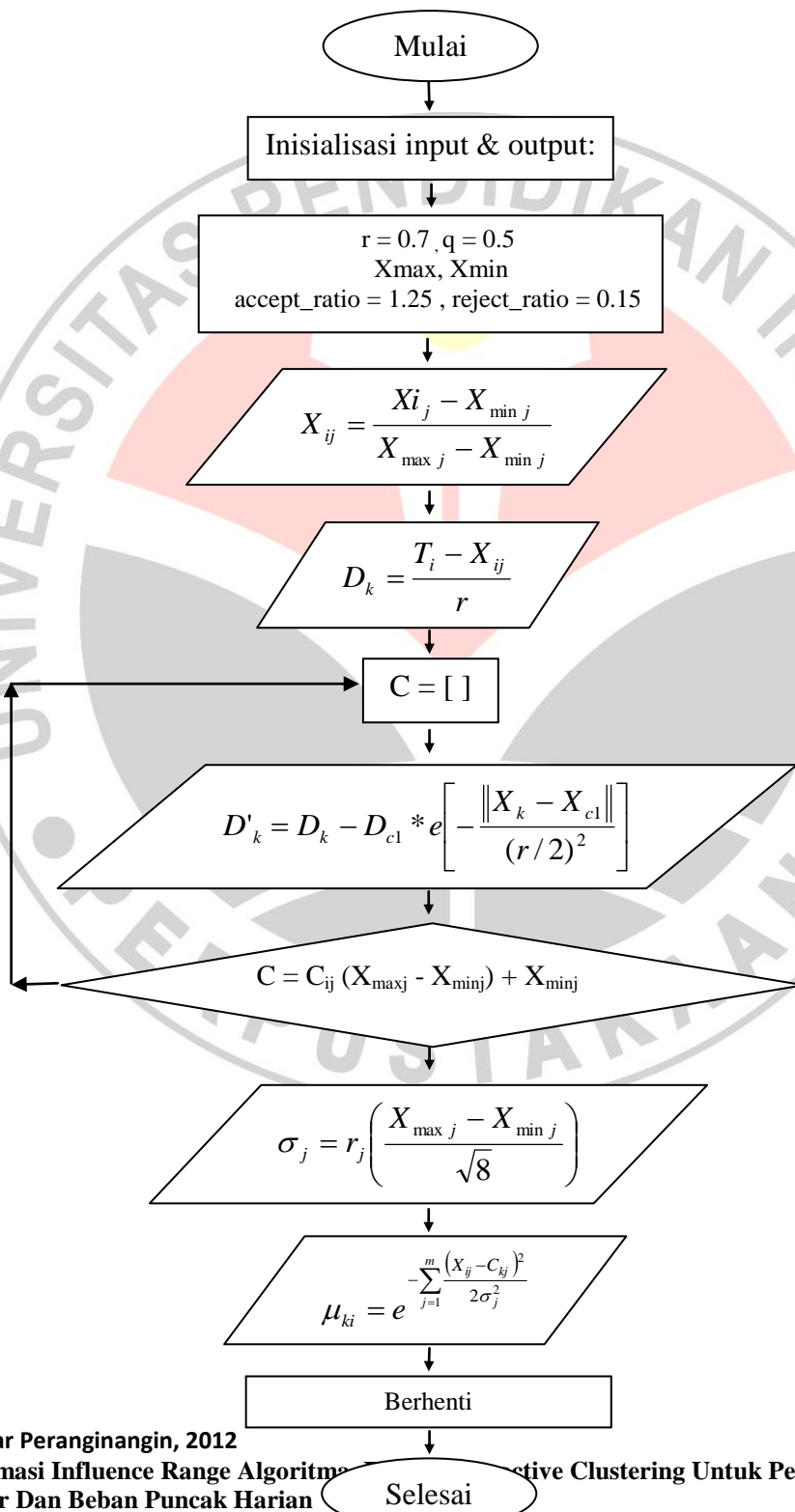
7. Kembalikan pusat cluster dari bentuk ternormalisasi ke bentuk semula.

$$Center_{ij} = Center_{ij} * (Xmax_j - Xmin_j) + Xmin_j$$

8. Hitung nilai sigma cluster :  $\sigma_j = r_j \left( \frac{X \max_j - X \min_j}{\sqrt{8}} \right)$

9. Hitung derajat keanggotaan :  $\mu_{ki} = e^{-\sum_{j=1}^m \frac{(x_{ij} - c_{ij})^2}{2\sigma_j^2}}$

### 3.2.3. Diagram Alir Algoritma *Subtractive Clustering*





**Gambar 3.2.** Diagram Alir Algoritma Subtractive Clustering

#### 3.2.4. Menentukan *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* yang terkecil mulai dari 0.1 – 0.9 setiap harinya. Apabila *influence range* semakin kecil, maka jumlah cluster yang akan dihasilkan akan lebih banyak, yang berarti tingkat keakuratan hasil penalaran juga akan semakin baik. Namun, apabila jumlah *cluster* yang dihasilkan terlalu banyak justru akan menimbulkan adanya *redundancy* yang berakibat semakin bertambahnya beban komputasi.

#### 3.2.5. Aplikasi Program

Data-data yang telah diperoleh dapat dibangun suatu sistem penalaran fuzzy dengan input sistem adalah hari ke- (t-28), (t-21), (t-14), (t-7), dan (t) serta output sistem adalah hari ke- (t+7), mulai dari hari senin hingga hari minggu. Data-data tersebut dapat dibangun suatu penalaran sistem fuzzy dengan susunan *script* sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan simulasi (*runing*) pada *command window matlab*, terlebih dahulu dibuat instruksi-instruksi (*syntax*) dalam M-file. Dan untuk menghapus semua data dan *syntax* pada *command window* dituliskan instruksi *clear*, yang diakhiri dengan tanda titik koma ( seperti : `clear;`  ).

Anwar Peranginangin, 2012

Optimasi Influence Range Algoritma Fuzzy Subtractive Clustering Untuk Peramalan Beban Dasar Dan Beban Puncak Harian

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

2. Masukan data. Data-data yang diperoleh disimpan dalam file .dat lalu dimasukan ke M-file.

```
X = load ('senin.dat')
```

3. Menyusun data yang akan dicluster dan data pengecekan.

➤ Untuk Beban dasar

```
>> DtCluster=X(1:18,:)
>> DtCcek=X(:,1:5)
```

➤ Untuk Beban Pucak

```
>> DtCluster=X(1:11,:)
>> DtCcek=X(:,1:5)
```

4. Menyusun data input dan output.

```
>> Inp=DtCluster(:,1:5)
>> Out=DtCluster(:,6)
>> cekin=DtCcek(:,1:4)
>> cekOut=DtCcek(:,5)
```

5. Menentukan pusat cluster

```
>> [C,s]= sublcust(DtCluster,range)
```

6. Pembuatan FIS

```
>> fismat = genfis2(Inp,Out,range)
```

7. Evaluasi hasil

```
>> fuzout=evalfis(Inp,fismat)
```

8. Root Mean Square Error

```
>> RMSE=norm(fuzout-Out)/sqrt(length(fuzout))
```

9. Error hasil

```
>> Err=fuzout-Out
```

## 10. Hasil cluster dan hasil cek

```
% untuk memperoleh hasil dari banyaknya data input

>> subplot (322);

>> plot(Inp(:,2),Out,'bo',Inp(:,2),fuzout,'r*')

>> title('Realita (0) VS Ramalan (*)')

>> xlabel('Hari Ke t-21'), ylabel('Ramalan Hari ke t+7')

>> subplot (323);

>> plot(Inp(:,3),Out,'bo',Inp(:,3),fuzout,'r*')

>> xlabel('Hari Ke t-14'), ylabel('Ramalan Hari ke t+7')

>> subplot (324);

>> plot(Inp(:,4),Out,'bo',Inp(:,4),fuzout,'r*')

>> xlabel('Hari Ke t-7'), ylabel('Ramalan Hari ke t+7')

>> subplot (325);

>> xlabel('Hari Ke t'), ylabel('Ramalan Hari ke t+7')

>> plot(Inp(:,5),Out,'bo',Inp(:,5),fuzout,'r*')

% Untuk perbandingan data cluster dan data cek

>> subplot(211)

>> plot(inp(:,1),out,'bo',inp(:,1),fuzout,'r*')

>> title('data cluster : Realita (0) VS Ramalan (*)')

>> xlabel('Hari ke t'); ylabel('Ramalan hari ke t')

>> subplot(212)

>> plot(cekin(:,1),cekout,'bo',cekin(:,1),fuzcek,'r*')

>> title('datacek : Realita (0) VS Ramalan (*)')

>> xlabel('Hari ke t'); ylabel('Ramalan hari ke t')
```

## 11. Grafik error

```
>> subplot(211)

>> plot(error,'*r'); hold on; plot(error); hold off

>> title('Error : Fuzzy VS Realita')
```

**Anwar Peranginangin, 2012**

**Optimasi Influence Range Algoritma Fuzzy Subtractive Clustering Untuk Peramalan Beban Dasar Dan Beban Puncak Harian**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

```

>> xlabel('Hari ke t'); ylabel('Error')
>> subplot(212)
>> plot(errorcek, '*r'); hold on; plot(errorcek); hold off
>> title('Error hasil pengecekan : Fuzzy VS Realita')
>> xlabel('Hari ke t'); ylabel('Error')

```

## 12. Grafik peramalan

```

>> plot(fuzout, '*r'); hold on; plot(fuzout); hold off
>> title('grafik peramalan fuzzy hari senin')
>> xlabel('jam ke'); ylabel('beban (dalam MW)')

```

### 3.2.6. Penyusunan Model Matematis

*Error* (kesalahan) yang diperoleh metoda *FSC* diolah untuk menentukan estimasi Fuzzy. Dengan hasil estimasi ini, maka akan diperoleh formula untuk menentukan data selanjutnya. Pendekatan yang digunakan dalam menentukan model matematis dari estimasi kohonen yaitu dengan menggunakan perhitungan matriks *Gauss-Jordan Elimination*.

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

Keterangan:

$X_{11}; X_{12}; X_{13}; X_{14}$  = Koefisien model beban listrik pukul 17.00 dan setiap minggu.

$X_{21}; X_{22}; X_{23}; X_{24}$  = Koefisien model beban listrik pukul 18.00 dan setiap minggu.

$X_{31}; X_{32}; X_{33}; X_{34}$  = Koefisien model beban listrik pukul 19.00 dan setiap minggu.

$X_{41}; X_{42}; X_{43}; X_{44}$  = Koefisien model beban listrik pukul 20.00 dan setiap minggu.

$X_{51}; X_{52}; X_{53}; X_{54}$  = Koefisien model beban listrik pukul 21.00 dan setiap minggu.

**Anwar Peranginangin, 2012**

**Optimasi Influence Range Algoritma Fuzzy Subtractive Clustering Untuk Peramalan Beban Dasar Dan Beban Puncak Harian**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

$X_{61}; X_{62}; X_{63}; X_{64}$  = Koefisien model beban listrik pukul 22.00 dan setiap minggu.

$a_1; a_2; a_3; a_4$  = Koefisien model yang akan dicari.

$Y_1; Y_2; Y_3; Y_4; Y_5; Y_6$  = Koefisien target pada pukul 17.00 s/d 22.00.

Untuk menghitung matriks diatas digunakan kembali *software* Matlab, dikarenakan memiliki ukuran matrix yang berbeda maka diberikan perintah `inv`, agar matriks dapat dihitung, dengan *script* sebagai berikut:

```
x = load (data senin);  
y = load (prediksi fsc senin);  
a = inv (x'*x)*(x'*y);  
a1 = a(1, :)  
a2 = a(2, :)  
a3 = a(3, :)  
a4 = a(4, :)
```

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

dimana:  $y$  = target hasil *FSC*.

$a$  = koefisien.

$x$  = input beban puncak listrik setiap minggunya.