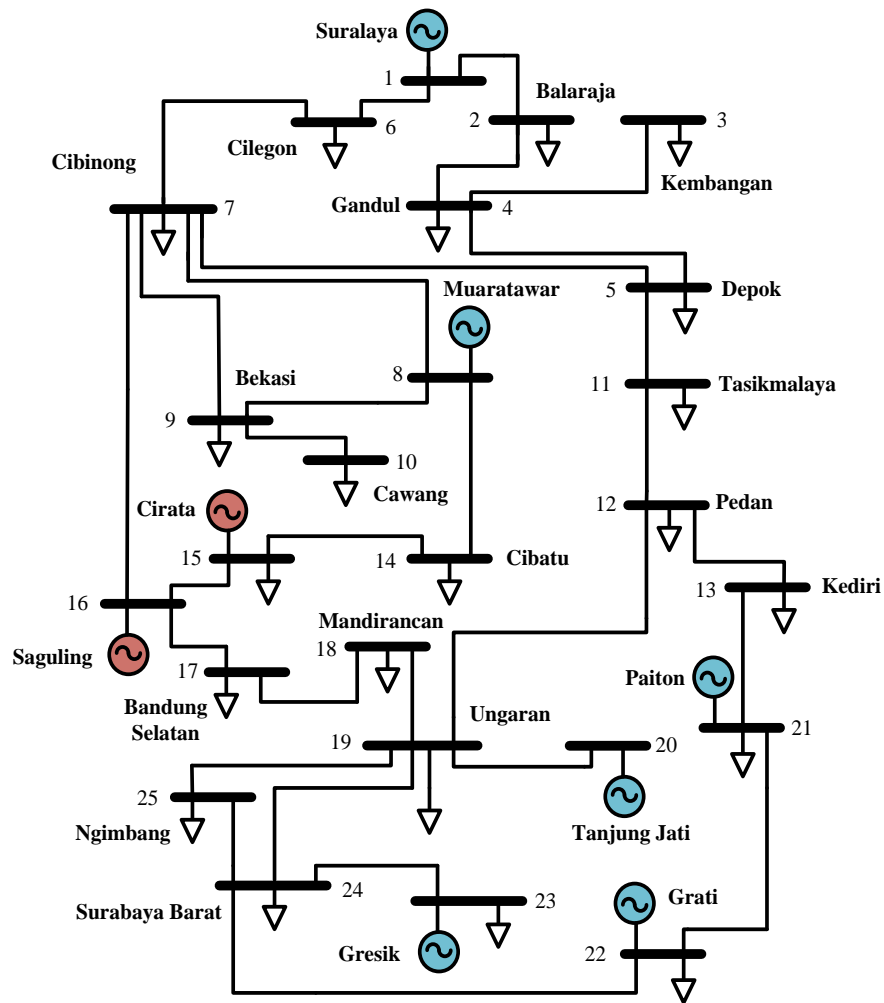


BAB III

METODE PENELITIAN

Metode *fuzzy logic* yang diajukan penulis ini adalah untuk membandingkan metode *fuzzy logic* yang diajukan penulis dengan metode yang digunakan PLN. Dengan menggunakan data pembangkit thermal pada sistem interkoneksi 500kV Jawa-Bali.

3.1 Sistem Interkoneksi 500kV Jawa Bali



Gambar 3.1 Diagram satu garis sistem 500kV Jawa-Bali

Sistem interkoneksi 500 kV Jawa Bali terdiri atas 28 bus dengan 31 saluran dan 8 pembangkit. Pembangkit-pembangkit yang terpasang antara lain pembangkit Suralaya, pembangkit Muaratawar, pembangkit Cirata, pembangkit.

Saguling, pembangkit Tanjungjati, pembangkit Gresik, pembangkit Paiton, dan Pembangkit Grati. Diantara 8 pembangkit tersebut, pembangkit Cirata dan pembangkit Saguling merupakan pembangkit tenaga air, sedangkan pembangkit yang lainnya merupakan pembangkit listrik tenaga uap, adapun pembangkit Suralaya bertindak sebagai pembangkit slack.

3.2 Parameter Bus

Dengan melihat gambar konfigurasi sistem 500 kV Jawa-Bali di atas, maka dapat diklasifikasikan 28 bus tersebut ke dalam 2 bus, yaitu bus pembangkit dan bus beban.

Berikut di bawah ini merupakan hasil pengklasifikasian bus-bus yang ada di sistem 500 kV Jawa-Bali.

Tabel 3.1 Parameter Bus Sistem 500 kV Jawa-Bali

No.Bus	Pembangkit	No. Bus	Beban
1	Suralaya	2	Cilegon
8	Muaratawar	3	Baralaja
11	Saguling	4	Kembangan
12	Cirata	5	Gandul
19	Grati	6	Cibinong
20	Gresik	7	Depok
21	Paiton	9	Bekasi
25	Tanjung Jati	10	Cawang
17	Ngimbang	13	Cibatu
18	Surabaya Barat	14	Bandung Selatan
22	Kediri	15	Mandirancan

23	Pedan	16	Ungaran
24	Tasikmalaya		

Untuk dapat menyelesaikan penjadwalan pembangkit dengan memperhitungkan rugi-rugi transmisi dari sistem, interkoneksi 500 Kv Jawa-Bali maka diperlukan data bus dan line data sebagai berikut ini:

Tabel 3.2 Data Bus Sistem 500 kV Jawa-Bali

dari	ke-	Name	R1 Ohm	X1 Ohm	B Mho
2	1	SLAYA-SRLRU	0,036625	0,351875	2,841918295
2		SLAYA-CLBRU-1	0,313248	3,504384	0,285356856
2	6	SRLAYA-BRAJA 1	1,838839	17,66666	0,056603795
5	4	GNDUL-KMBGN-1	0,7565893	8,464155	0,118145284
5	6	GNDUL-BRAJA1	1,489612	14,31146	0,069874073
7	14	CIBNG-SGLNG-1	2,05569	22,99752	0,043482949
9	7	BKASI-CIBNG	1,11047	10,66885	0,093730814
9	8	BKASI-CWANG	0,493412	4,74046	0,210949992
10	5	DEPOK-GNDUL -1	0,1735439	1,667325	0,599763094
10	7	DEPOK-CIBNG1	0,456201	4,382955	0,228156575
11	7	MTWAR - CBNGN	1,5529	14,9195	0,067026375
11	8	MTWAR - CWANG	1,4064	13,512	0,074008289
12	11	CBATU-MTWAR	1,411029	13,55648	0,073765461
12	13	CBATU-CRATA	1,36998	13,1621	0,075975718
14	13	SGLNG-CRATA1	0,7373638	7,084229	0,141158621
14	16	SGLNG-BDSL1	0,9789	10,9512	0,091314194
15	10	TSKBR-DEPOK 1	7,028	78,62401	0,012718761
17	16	MDRCN-BDSL1 1	3,49549	33,58295	0,029777015
17	19	MDRCN-UNGRN	6,739	64,745	0,015445208
19	18	UNGRN-TJATI 1P	3,38348	37,85184	0,026418795
19	20	UNGRN-PEDAN 2	2,25903	21,70365	0,046075199
19	21	UNGRN-NBANG	5,869904	56,39515	0,017732021
20	15	PEDAN-TSKBR 1	7,6555	85,644	0,011676241
21	22	NBANG-SBBRT	1,493743	14,35115	0,069680827
22	19	SBBRT - UNGRN 1	7,44806	71,5573	0,013974815
22	24	SBBRT-GRATI 1	1,993191	22,29833	0,044846408
25	20	KDIRI-PEDAN 1	5,1455	57,564	0,017371969
26	24	PITON-GRATI 1	2,217911	24,81233	0,040302543
26	25	PITON-KDIRI 1	5,1455	57,564	0,017371969

7	CLBRU-CIBNG	3,283331	36,73145	0,027224626
22	GRBRU-SBBRT 1	0,70027	6,72785	0,148635894

3.3 Pengumpulan Data Pembangkit

Data yang digunakan dalam menentukan koordinasi pembangkit adalah data *heat rate* pembangkit *thermal* sistem 500kV Jawa-Bali dan data pembebanan (*Logsheet*) pada tanggal 7 Mei 2013. Data *heat rate* tersebut akan diolah dan dijadikan persamaan biaya bahan bakar sebagai variabel input untuk pengujian algoritma *fuzzy logic* untuk optimasi dalam koordinasi pembangkitan unit thermal dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB R2010a.

Tabel 3.3 Data heat rate pembangkit *thermal* sistem 500kV

Pembangkit	Daya Pembangkitan (MW)				Heat Rate (Mbtu/kWh)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Suralaya	1703	2221	2561	3247	76.4922	74.4933	73.4542	71.7965
Muaratawar	736	986	1233	1420	147.641	137.1738	122.5266	119.001
Tanjungjati	1227	1525	1812.8	1982.8	28.8	28.48389	28.18652	27.978
Gresik	1061	1355	1675	1993	224.047	222.5759	221.8739	221.263
Paiton	2071.5	2792.5	3358.75	4005	76.1617	73.0132	70.8403	68.8973
Grati	330	402	527	746.6	105.511	95.3783	92.9114	91.1029

Tabel 3.4 Data harga bahan bakar masing-masing pembangkit

Pembangkit	Biaya Bahan bakar (\$/Jam)
Suralaya	296.1916
Muaratawar	651.32475
Tanjungjati	158.4425
Gresik	323.4908
Paiton	333.3285
Grati	335.2737

Tabel 3.3 merupakan data *heat reat* (laju panas) pembangkit thermal sistem 500 KV Jawa-Bali. Setiap unit pembangkit terdiri dari empat titik *heat reat* yang diperoleh dari hasil percobaan. Apabila data tersebut diolah maka akan diperoleh persamaan laju panas dari pembangkit thermal dalam MMbtu/h. Perkalian persamaan laju panas dengan biaya bahan bakar akan menghasilkan persamaan baru yang menggambarkan karakteristik biaya bahan bakar pembangkit thermal. Tabel 3.4 merupakan harga bahan bakar dari masing-masing pembangkit (\$/jam). Untuk mendapatkan biaya bahan bakar pembangkit (\$MMBtu) yang akan dikalikan dengan persamaan laju panas dapat digunakan rumus berikut ini :

$$FC = \frac{BB}{Q} \quad (3-1)$$

Dimana :

FC : Biaya bahan bakar (\$/MMbtu)

BB : Biaya bahan bakar (\$/jam)

Q : Hasil kali antara *heat rate* dengan daya pembangkitan (MWbtu/Wh)

Tabel 3.5 Biaya bahan bakar masing-masing pembangkit (\$/MMbtu)

Pembangkit	Biaya bahan bakar (\$/MMbtu)
Suralaya	0.41
Muaratawar	1.15
Tanjungjati	0.854
Gresik	0.239
Paiton	0.380
Grati	1.76

Salah satu tujuan dari operasi sistem tenaga listrik yaitu untuk memenuhi kebutuhan permintaan daya dengan biaya yang seminimal mungkin pada jadwal tertentu, dimana sistem harus aman dan dapat memenuhi permintaan beban secara *continue* sepanjang waktu, maka dalam mengoperasikan pembangkit listrik haruslah memperhatikan batas-batas dari pembangkit tersebut agar sistem tetap dalam keadaan stabil. Salah satu batas-batas yang harus diperhatikan dalam mengoperasikan pembangkit listrik adalah batas pengoperasian daya minimum dan pengoperasian daya maksimum yang dimiliki oleh pembangkit tersebut.

Tabel 3.6 Batas pengoperasian daya pembangkit

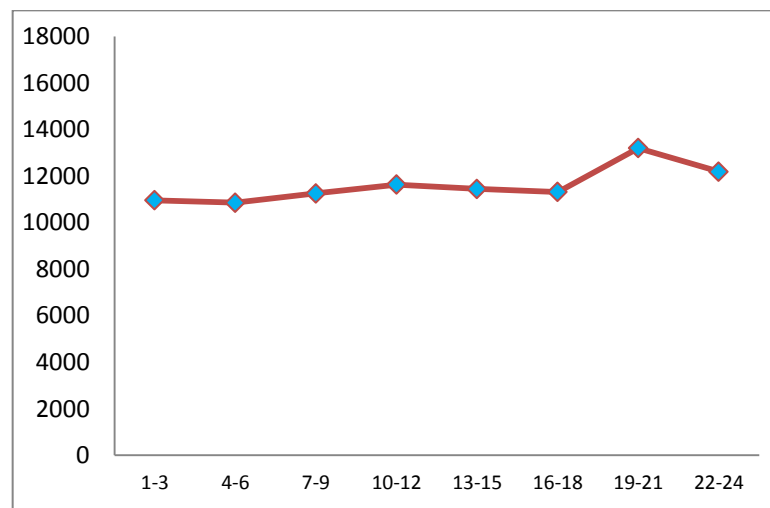
Pembangkit	Pmin	Pmaks
Suralaya	1600	3400
Muaratawar	600	1500
Tanjungjati	1200	2100
Gresik	900	2100
Paiton	1800	4300
Grati	290	800

Dalam optimasi pada sistem tenaga listrik khususnya pada masalah koordinasi pembangkit, diharuskan mencari kombinasi dari beberapa unit pembangkit dengan biaya yang paling murah tersebut. Salah satu cara untuk mencari biaya termurah tersebut dapat dilakukan dengan membuat urutan prioritas, yang akan merepresentasikan pembangkit-pembangkit dari biaya yang paling murah hingga biaya yang paling mahal. Cara untuk mendapatkan biaya rata-rata yang paling murah dapat dilakukan dengan mengalikan persamaan laju pertambahan biaya bahan bakar (*incremental cost*) masing-masing unit pembangkit dengan daya maksimum dari pembangkit tersebut. Urutan prioritas pembangkit sistem 500kV Jawa-Bali dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.7 Urutan prioritas pembangkit sistem 500kV Jawa-Bali

Pembangkit	Harga produksi (\$/kWh)	Urutan
Suralaya	0.026	3
Muaratawar	0.079	5
Tanjungjati	0.021	2
Gresik	0.052	4
Paiton	0.021	1
Grati	0.181	6

Data uji yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Logsheet* pada hari senin tanggal 7 Mei 2013 yang diperoleh dari PT.PLN (Persero) P3B Gandul-Depok, grafik pembebanan pada tanggal 7 Mei 2013 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Grafik beban unit *thermal* sistem 500kV(Rabu, 7 Mei 2013)

Beban pembangkit unit *thermal* sistem 500kV Jawa-Bali terdiri dari 24 jam yang kemudian dibagi menjadi 8 periode, dimana tiap periodenya merupakan beban rata-rata selama 3 jam. Dari grafik beban tersebut dapat dilihat bahwa beban berubah-ubah tiap periodenya dikarenakan beban akan mengikuti siklus kegiatan manusia sehari-hari dengan berbagai kebutuhan yang berbeda-beda, oleh sebab itu untuk menghadapi naik turunnya beban diperlukan koordinasi dari beberapa

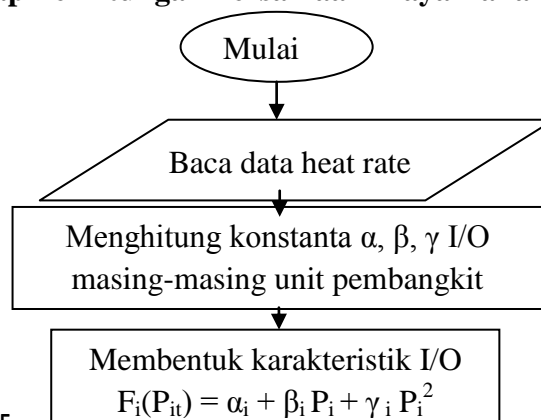
pembangkit unit *thermal* untuk mensuplai kebutuhan daya tetapi dengan harga minimum pada 8 periode yang berbeda.

Data lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah penjadwalan pembangkit berdasarkan data riil sistem PLN yang nantinya akan dibandingkan dengan penjadwalan pembangkit setelah dioptimasi dengan algoritma *fuzzy logic*. Data riil sistem didapatkan dari data riil PLN Cigareng pada Rabu 7 Mei 2013 dapat dilihat pada tabel dibawah ini yang merupakan pembebanan pembangkit unit *thermal* pada tanggal 7 Mei 2013 dimana pembebanan tersebut telah dibagi kedalam 8 periode.

Tabel 3.8 Penjadwalan pembangkit unit *thermal* sistem 500kV sebelum optimasi

Periode	Beban (MW)	Suralaya (MW)	Muaratawar (MW)	Tanjungjati (MW)	Gresik (MW)	Paiton (MW)	Grati (MW)
1-3	10961	2985	926	2416	1327	2915	392
4-6	10854	2996	992	2216	1393	2863	394
7-9	11254	2078	1214	2225	1422	3009	406
10-11	11637	2974	1338	2358	1884	2980	403
12-15	11445	2866	1307	2370	1493	3008	401
16-18	11314	2903	1075	2544	1355	3055	402
19-21	11959	3005	1317	2631	1536	3056	414
22-24	11343	2950	956	2550	1420	3060	407

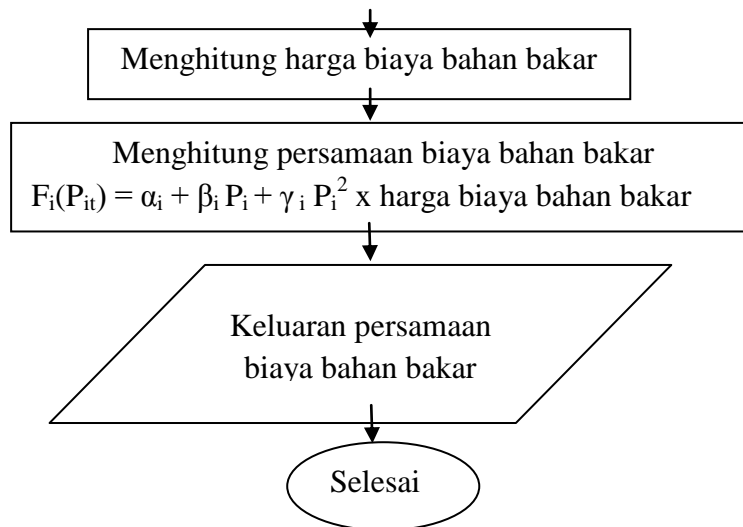
3.4 Tahap Perhitungan Persamaan Biaya Bahan Bakar



Rio Agy Saputro, 2015

ANALISIS UNIT COMMITMENT PEMBANGKIT THERMAL DENGAN MEMPERHITUNGKAN RUGI-RUGI TRANSMISI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.3 *Flowchart* Perhitungan Fungsi Biaya Bahan Bakar Pembangkit

Dalam penjadwalan pembangkit termal dengan metode *Fuzzy Logic* diperlukan penentuan persamaan biaya bahan bakar terlebih dahulu yang diperoleh dengan mengolah data *heat rate* dari masing-masing unit pembangkit. Di bawah ini adalah tahapan-tahapan untuk menentukan persamaan biaya bahan bakar :

1. Membaca data *heat rate* pembangkit pada tabel 3.1
2. Menghitung konstanta α , β , dan γ input/output dari tiap unit pembangkit dengan mengolah data *heat rate* dan daya pembangkit dan membentuk matriks seperti dibawah ini :

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n P_i & \sum_{i=1}^n P_i^2 \\ \sum_{i=1}^n P_i & \sum_{i=1}^n P_i^2 & \sum_{i=1}^n P_i^3 \\ \sum_{i=1}^n P_i^2 & \sum_{i=1}^n P_i^3 & \sum_{i=1}^n P_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n F_i \\ \sum_{i=1}^n P_i F_i \\ \sum_{i=1}^n P_i^2 F_i \end{bmatrix} \quad (3-2)$$

Dimana :

n = Jumlah data daya (4)

$\sum_{i=1}^n P_i$ = Jumlah daya output

$\sum_{i=1}^n F_i$ = Jumlah dari hasil kali daya output dengan *heat rate*

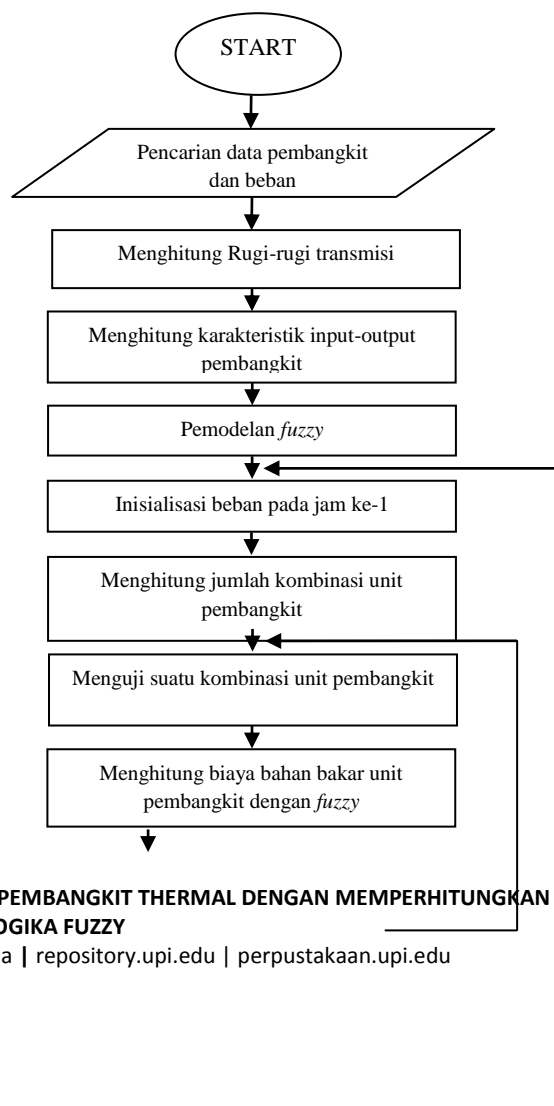
Penentuan konstanta α_i , β_i , γ_i dapat ditemukan dengan cara eliminasi gauss atau gauss jordan.

3. Membuat persamaan input/output dari konstanta α , β , dan γ
4. Menghitung persamaan biaya bahan bakar dari masing-masing pembangkit dengan perkalian antara persamaan input/output pembangkit dengan harga biaya bahan bakar pembangkit.

$$\text{Persamaan biaya bahan bakar } F_i(P_i) = \alpha_i + \beta P_i + \gamma_i^2 \quad (3-3)$$

3.5 Pemodelan *Fuzzy logic*

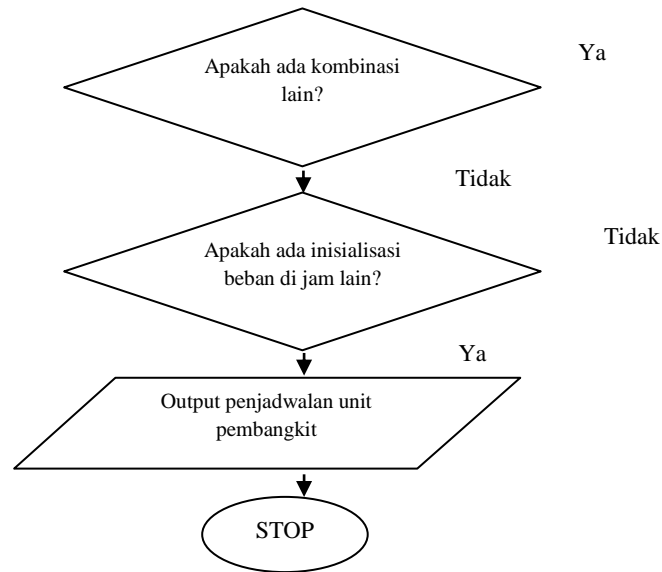
Dalam menyelesaikan masalah operasi pembangkit tenaga listrik, digunakan pendekatan algoritma *fuzzy logic* yang diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih optimal. Berikut ini adalah diagram alir operasi ekonomis pembangkit dengan metode *fuzzy logic*.



Rio Agy Saputro, 2015

ANALISIS UNIT COMMITMENT PEMBANGKIT THERMAL DENGAN MEMPERHITUNGKAN RUGI-RUGI TRANSMISI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.4 Diagram alir operasi ekonomis pembangkit dengan *fuzzy logic*

Langkah pertama yang peneliti lakukan dalam menyelesaikan operasi ekonomis pembangkit thermal sistem 500 KV Jawa-Bali yaitu mencari data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan. Data-data yang dicari yaitu *heat reat* pembangkit thermal, batas maksimum dan minimum pengoperasian pembangkit thermal serta beban harian pembangkit thermal yang telah dijumlahkan dengan rugi-rugi transmisi.

$$\sum_{i=1}^n P_i = PD + PL \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Langkah kedua yaitu pengolahan data *heat reat* masing-masing pembangkit thermal menjadi persamaan biaya bahan bakar unit pembangkit dengan pendekatan fungsi polynomial.

$$F_i(P_i) = a_i + b_i P_i + c_i P_i^2 \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

F_i = Input bahan bakar pembangkit ke-i (Rp/jam)

P_i = Output daya pembangkit ke-i (MW)

a_i, b_i, c_i = Konstanta input-output pembangkit ke-i

i = Indeks pembangkit ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

Langkah ketiga yaitu pemodelan *fuzzy logic* pada software matlab. Input data yang dibutuhkan yaitu batas maksimum dan minimum pengoperasian pembangkit, biaya bahan bakar pembangkit, serta laju penambahan biaya bahan bakar pembangkit (*incremental cost*).

$$P_{i, \min} \leq P_i \leq P_{i, \max} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$F_i(P_i) \dots\dots\dots (3.7)$$

$$\lambda = \frac{dF_i}{dP_i} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana :

$P_{i, \min}$ = Pembangkitan daya minimum pembangkit ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

$P_{i, \max}$ = Pembangkitan daya maksimum pembangkit ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

$F_i(P_i)$ = Biaya bahan bakar pembangkit ke- i fungsi dari daya ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

λ = Laju penambahan biaya bahan bakar pembangkit

Langkah keempat yaitu inisialisasi beban harian yang akan digunakan dalam perhitungan operasi ekonomis. Beban yang diuji yaitu hanya beban pembangkit thermal sistem 500 KV Jawa-Bali yang telah dijumlahkan dengan rugi-rugi transmisi pada hari Rabu tanggal 7 Mei 2013.

Langkah kelima yaitu menghitung jumlah kombinasi *on* dan *off* pembangkit thermal sebanyak $2^n - 1$ untuk tiap periodenya, dimana n adalah jumlah unit pembangkit thermal.

Langkah keenam yaitu menguji kombinasi yang mungkin terjadi dengan perhitungan *economic dispatch*.

$$P_{\text{load}} - \sum_{i=1}^N P_i = 0 \dots\dots\dots (3.9)$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana :

Rio Agy Saputro, 2015

ANALISIS UNIT COMMITMENT PEMBANGKIT THERMAL DENGAN MEMPERHITUNGAN RUGI-RUGI TRANSMISI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda \quad \text{untuk } P_i, \min < P_i < P_i, \max$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \leq \lambda \quad \text{untuk } P_i = P_i, \max$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \geq \lambda \quad \text{untuk } P_i = P_i, \min$$

Langkah ketujuh yaitu menghitung biaya bahan bakar unit pembangkit pada setiap kombinasi dengan menggunakan *fuzzy logic*.

$$F_T = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) \dots \dots \dots (3.11)$$

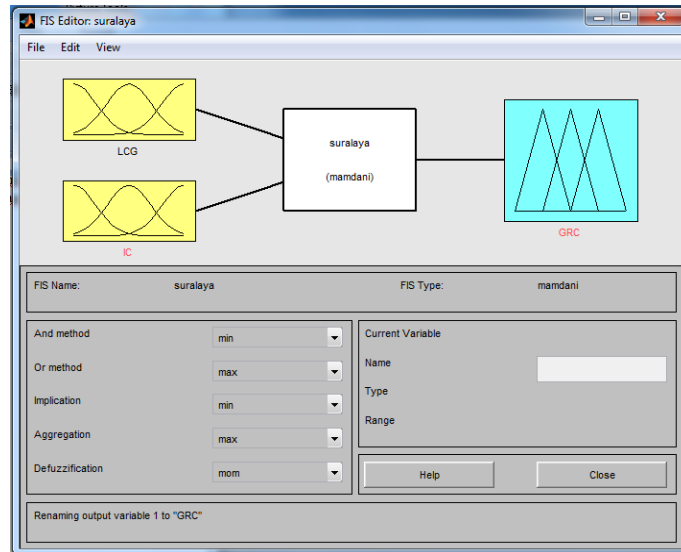
Dimana :

F_T = Total biaya bahan bakar pembangkit

Langkah terakhir yaitu melakukan penjadwalan unit pembangkit selama satu hari, dimana dipilih kombinasi dengan biaya bahan bakar termurah. Pemodelan *fuzzy logic* untuk penjadwalan pembangkit menggunakan *fuzzy toolbox* pada software Matlab ver.7.0 dari Mathwork Corp.

1. Menentukan variabel masukan dan keluaran pada *FIS editor*

Variabel masukan *fuzzy* adalah kapasitas beban generator dan *incremental cost*, sedangkan variabel keluarannya adalah biaya bahan bakar generator.



Gambar 3.5 FIS editor

2. Membentuk himpunan *fuzzy*

Himpunan–himpunan yang mendefinisikan kapasitas beban generator, *incremental cost*, dan biaya bahan bakar direpresentasikan sebagai berikut :

Kapasitas beban generator (LCG) :

LCG = { Very Low, Low, Average, High, Very High }

LCG = { VL, L, AV, H, VH }

Incremental cost (IC) :

IC = { Very Small, Small, Medium, Big, Very Big }

IC = { VS, S, M, B, VB }

Biaya Bahan Bakar (FC) :

GRC = { Very Low, Low, Average, High, Very High }

GRC = { VL, L, AV, H, VH }

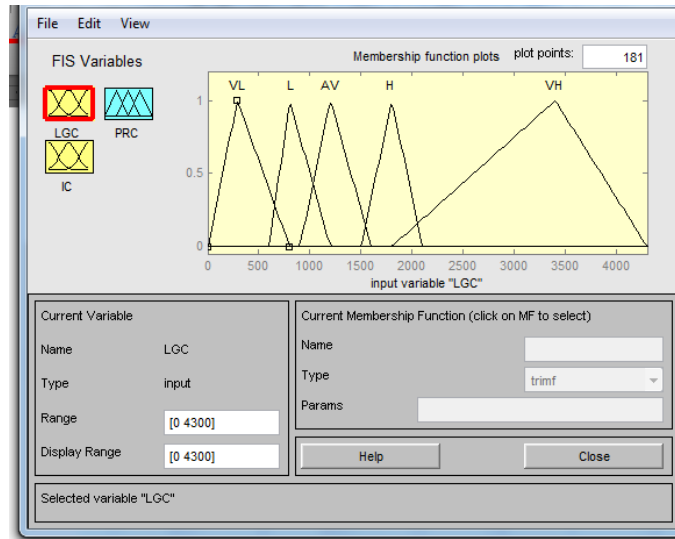
3. Membentuk fungsi keanggotaan

Untuk membentuk fungsi keanggotaan diperlukan basis data yang berfungsi untuk mengatur kerja dari proses *fuzzifikasi* yang meliputi penentuan *range* dan nilai *linguistik*.

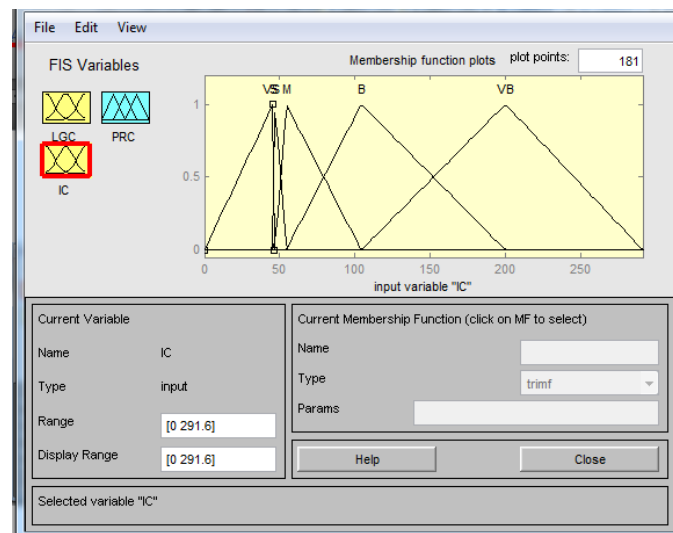
Rio Agy Saputro, 2015

ANALISIS UNIT COMMITMENT PEMBANGKIT THERMAL DENGAN MEMPERHITUNGKAN RUGI-RUGI TRANSMISI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

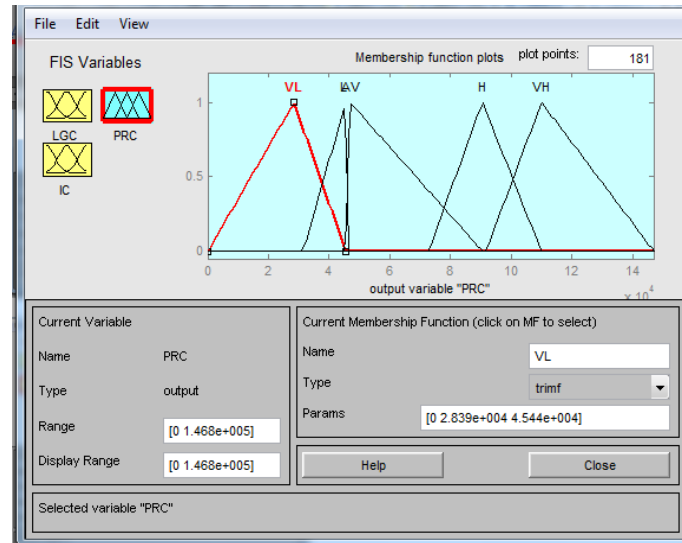
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.6 Fungsi keanggotaan LCG



Gambar 3.7 Fungsi keanggotaan IC



Gambar 3.8 Fungsi keanggotaan PRC

4. Membentuk basis aturan

Hubungan antara masukan dan keluaran dinyatakan sebagai berikut :

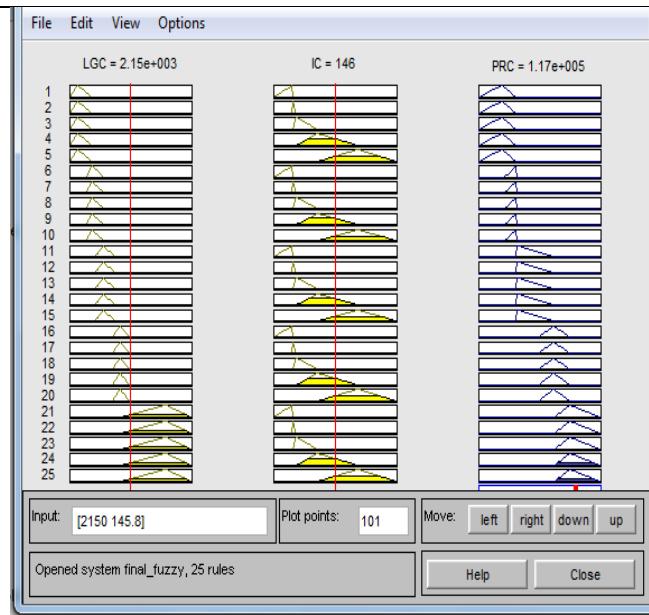
Biaya bahan bakar generator = {(Kapasitas beban generator) dan (Incremental cost)}

dalam notasi himpunan fuzzy ditulis dengan :

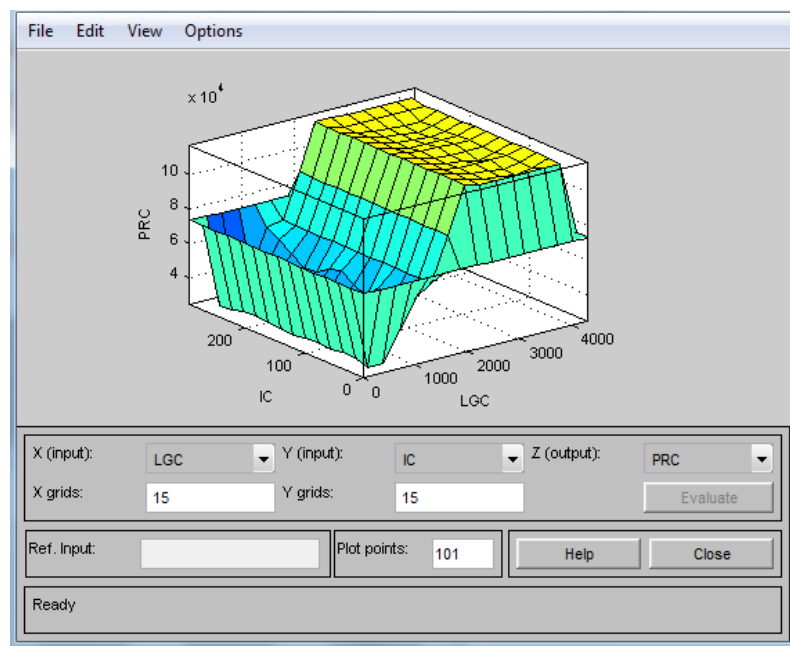
$$PRC = \{LCG\} \cap \{IC\}$$

Tabel 3.9 Aturan *fuzzy logic* untuk penjadwalan pembangkit

Aturan	LCG	IC	PRC	Aturan	LCG	IC	PRC
1	VL	VS	VL	14	AV	B	AV
2	VL	S	VL	15	AV	VB	AV
3	VL	M	VL	16	H	VS	H
4	VL	B	VL	17	H	S	H
5	VL	VB	VL	18	H	M	H
6	L	VS	L	19	H	B	H
7	L	S	L	20	H	VB	H
8	L	M	L	21	VH	VS	VH
9	L	B	L	22	VH	S	VH
10	L	VB	L	23	VH	M	VH
11	AV	VS	AV	24	VH	B	VH
12	AV	S	AV	25	VH	VB	VH



Gambar 3.9 Rule viewer



Gambar 3.10 Surface viewerrule

5. Proses defuzzifikasi

Rio Agy Saputro, 2015

ANALISIS UNIT COMMITMENT PEMBANGKIT THERMAL DENGAN MEMPERHITUNGKAN RUGI-RUGI TRANSMISI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Untuk mendapatkan keluaran dalam bentuk *crisp* (dalam \$), proses *defuzzifikasi* dalam kasus ini menggunakan metode *mom*. Biaya bahan bakar (PRC) secara matematis dinyatakan sebagai :

$$PRC = \frac{\sum_{i=1}^n \mu(PRC)_i * PRC_i}{\sum_{i=1}^n \mu(PRC)_i} \dots\dots\dots(3-12)$$

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sistem interkoneksi 500 KV Jawa-Bali yang terdiri dari 28 bus dengan 8 pembangkit. Dalam penelitian ini hanya menggunakan pembangkit thermal yaitu Suralaya, Muaratawar, Tanjung Jati, Gresik, Paiton, dan Grati. Sedangkan untuk pembangkit hidro seperti Cirata dan Saguling tidak disertakan dalam penelitian ini. Single line diagram sistem interkoneksi 500 KV Jawa-Bali dapat dilihat pada gambar 8. Adapun data uji yang digunakan yaitu beban harian pembangkit thermal sistem 500 KV Jawa-Bali pada hari Senin tanggal 7 Mei 2013 yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) P3B Gandul-Depok.