

SECURITY CONSTRAINED UNIT COMMITMENT MENGUNAKAN METODE BINARY SELF ADAPTIVE MODIFIED FIREFLY ALGORITHM



Pembimbing:

1. Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
2. Dr. Rony Seto Wibowo, ST, MT

Dipresentasikan:
Totok Dewantoro
2212201004

Program Magister
Bidang Keahlian Teknik Sistem Tenaga
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2016

Outline

1

Pendahuluan

2

Self Adaptive Modified Firefly Algorithm

3

Security Constrained Unit Commitment

4

Metodologi dan Hasil Simulasi

5

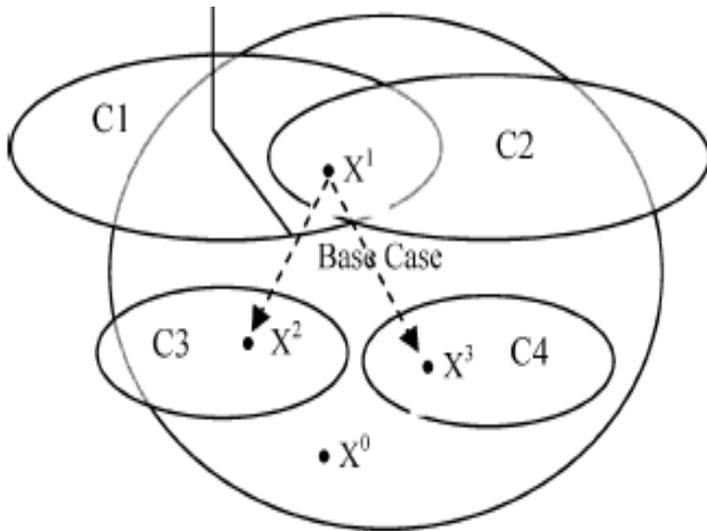
Kesimpulan dan Saran

Abstrak

Hasil *unit commitment* (UC) memberikan penjadwalan pembangkit harian untuk operator sistem tenaga, Namun, jadwal dari UC tidak menjamin bahwa daya akan mengalir dengan sukses dari generator ke beban melalui sistem jaringan transmisi. Oleh karena itu, istilah *security constrained unit commitment* (SCUC) diperkenalkan untuk mendefinisikan UC. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan penjadwalan unit pembangkit dengan total biaya minimal. Batasan batasan pembangkitan, seperti batasan permintaan beban, cadangan berputar, batasan ramp up/down, batasan minimum On/Off, batasan keamanan tegangan masing masing bus, dan batasan aliran tiap tiap cabang ikut diperhitungkan. Untuk menyelesaikan permasalahan SCUC, sebuah *binary self adaptive modified firefly algorithm* (BSAMFA) digunakan untuk menyelesaikan masalah utama unit commitment dan *real coded firefly algorithm* (RCFA) digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *economic dispatch* dan *optimal power flow*. Usulan Algoritma dites pada sistem IEEE 30 bus dengan 6 generator thermal. Hasil menunjukkan bahwa total biaya dari SCUC lebih tinggi sebesar \$375,65 dibandingkan dengan UC. Akan tetapi hasil penjadwalan dengan SCUC ini memastikan bahwa sistem dapat melayani permintaan beban secara layak dan aman.

Pendahuluan

Perumusan Masalah



- ▶ Bagaimana meminimalkan fungsi biaya dari pembangkitan pada saat kondisi normal maupun ketika terjadi kontingensi
- ▶ Bagaimana menentukan pembangkit mana yang commit (ON) dan unit mana yang decommit (OFF).

Batasan Masalah

1. Simulasi *Security Constrained Unit Commitment* (SCUC) dilakukan menggunakan program MATLAB dengan sistem IEEE 30 Bus.
 2. Metode yang digunakan adalah *Self Adaptive Modified Firefly Algorithm* (SAMFA).
 3. Sebagai bahan perbandingan, untuk program utama metode SAMFA akan dibandingkan dengan metode lain yaitu *Particle Swam Optimization* (PSO)
- 

Tujuan Penelitian

1. Melakukan simulasi SCUC menggunakan metode SAMFA.
2. Mempelajari, menganalisa sistem kerja dan mengevaluasi efektifitas metode algoritma yang digunakan.
3. Mendapatkan biaya operasional seminimal mungkin dalam pembangkitan tanpa melanggar batasan batasan yang ada.



***Self Adaptive Modified
Firefly Algorithm
(SAMFA)***

Penjelasan Firefly Algorithm

1. Kunang-kunang bersifat unisex mereka tertarik pada tingkat kecerahan tanpa memandang jenis kelamin.
 2. Ketertarikan kunang-kunang proporsional dengan tingkat **kecerahannya** dan juga dipengaruhi oleh **jarak** antar kunang-kunang tersebut, dan kondisi **lingkungan**.
 3. Kunang-kunang dengan cahaya yang lebih redup akan tertarik kepada kunang-kunang yang lebih terang.
 4. Apabila tidak ada kunang-kunang yang lebih terang, maka ia akan bergerak secara **acak (random)**.
- 

Strategi Mutasi

$$q_1 \neq q_2 \neq q_3 \neq q_4 \neq m$$

Membentuk suatu mutasi individu dari persamaan berikut

$$P_{G,m,mut}^k = P_{G,q_1,firefly}^k + \left(\begin{array}{c} rand1(.) (1 - rand2(.)) \begin{pmatrix} P_{G,q_2,firefly}^k \\ -P_{G,q_3,firefly}^k \end{pmatrix} \\ + rand3(.) (1 - rand4(.)) (best^k - P_{G,q_3,firefly}^k) \end{array} \right) \Rightarrow P_{G,m,mut}^k = [P_{1,mut}^k, P_{2,mut}^k, \dots, P_{N_{firefly},mut}^k]$$

Dilakukan penggabungan dengan $P_{G,m,firefly}^k$ menghasilkan

$$P_{G,m,new}^k = [P_{1,new}^k, P_{2,new}^k, \dots, P_{N_{firefly},new}^k]$$

$$P_{m,new}^k = [P_{1,new}^k, P_{2,new}^k, \dots, P_{NG,new}^k]$$

$$m = 1, \dots, N_{firefly}$$

$$P_{m,i,new}^k = \begin{cases} P_{m,i,new}^k & \text{if } (rand5(.) \leq rand6(.)) \\ P_{m,i,firefly}^k & \text{else} \end{cases} \Rightarrow P_{m,firefly}^k = \begin{cases} P_{m,new}^k & \text{if } (G(P_{m,new}^k) \leq G(P_{m,firefly}^k)) \\ P_{m,firefly}^k & \text{else} \end{cases}$$

$$m = 1, \dots, N_{firefly} \quad i = 1, \dots, NG$$

Tuning α dan γ

Untuk meningkatkan efektifitas dari pendekatan metode, α^k dipasang secara dinamis pada setiap iterasi

$$\alpha^{k+1} = \left(\frac{1}{2k_{max}} \right)^{1/k_{max}} \alpha^k$$

γ tidak diset dengan nilai konstan seperti original FA. sebagai gantinya, digabungkan dalam masalah minimalisasi

$$P_m^{k, self-adaptive} = [P_{m,1}^k \quad P_{m,2}^k \quad \dots \quad P_{m,NG}^k \quad \gamma_{m,NG+1}^k]$$

$m = 1, \dots, N_{firefly}$

$$P_{m,firefly}^{k, self-adaptive} = \begin{cases} \text{if } G(P_{n,firefly}^k) < G(P_{m,firefly}^k) \\ P_{m,firefly}^{k, self-adaptive} \\ + \beta^k (P_{n,firefly}^{k, self-adaptive} - P_{m,firefly}^{k, self-adaptive}) + \\ \alpha^k |P_{max, self-adaptive} - P_{min, self-adaptive}| \\ \left(rand_{1 \times NG+1}(\cdot) - \frac{1}{2} \right) \\ \text{else} \\ P_{m,firefly}^{k, self-adaptive} \end{cases}$$

$m = 1, \dots, N_{firefly} \quad n = 1, \dots, N_{firefly}$

***Security Constrained
Unit Commitment***

Fungsi Objektif

$$TCP = \text{Min} \sum_{t=1}^{NT} \sum_{i=1}^{NG} \left\{ F_i(P_{i,t}) \cdot I_{i,t} + SU_i^t \cdot I_{i,t} \cdot [1 - I_{i,t-1}] + SD_i^t \cdot I_{i,t-1} \cdot [1 - I_{i,t}] \right\}$$

Sedangkan $F_i(P_{i,t})$ dirumuskan sebagai berikut:

$$F_i(P_{i,t}) = a_i + b_i \cdot P_{i,t} + c_i P_{i,t}^2$$

Keterangan:

- TCP : total biaya produksi
- NT : menunjukkan interval waktu dalam jam
- NG : menunjukkan banyaknya generator yang akan dioptimisasi
- $F_i(P_{i,t})$: fungsi biaya pembangkitan unit i, dengan $P_{i,t}$ pada jam ke t
- $P_{i,t}$: output generator i pada saat jam t
- $I_{i,t}$: status On/Off unit i saat jam ke t, $I_{i,t} = 0$ ketika Off, $I_{i,t} = 1$ ketika On
- SU : koefisien biaya start up unit
- SD : koefisien biaya start down unit
- a,b,c : koefisien biaya pembangkitan

Constrains

1. Batasan keseimbangan daya

$$\sum_{i=1}^{NG} P_{i,t} = P_{D,t} + P_{Loss,t} \quad t = 1, 2, \dots, NT$$

2. Batasan cadangan berputar

$$\sum_{i=1}^{NG} (P_{i,t} * I_{i,t}) \geq Load_t + SR_t \quad t = 1, 2, \dots, NT$$

3. Batasan kapasitas pembangkitan

$$P_{i,min} \leq P_{i,t} \leq P_{i,max} \quad i = 1, 2, \dots, NG$$

4. Minimum ON/OFF

$$X_i^{On}(t) \geq MU_i \quad X_i^{Off}(t) \geq MD_i$$

5. Batasan Ramp Rate

$$P_{i,t} - P_{i,t-1} \leq RU_i \text{ saat pembangkitan meningkat}$$

$$P_{i,t-1} - P_{i,t} \leq RD_i \text{ saat pembangkitan menurun}$$

6. Batasan Keamanan

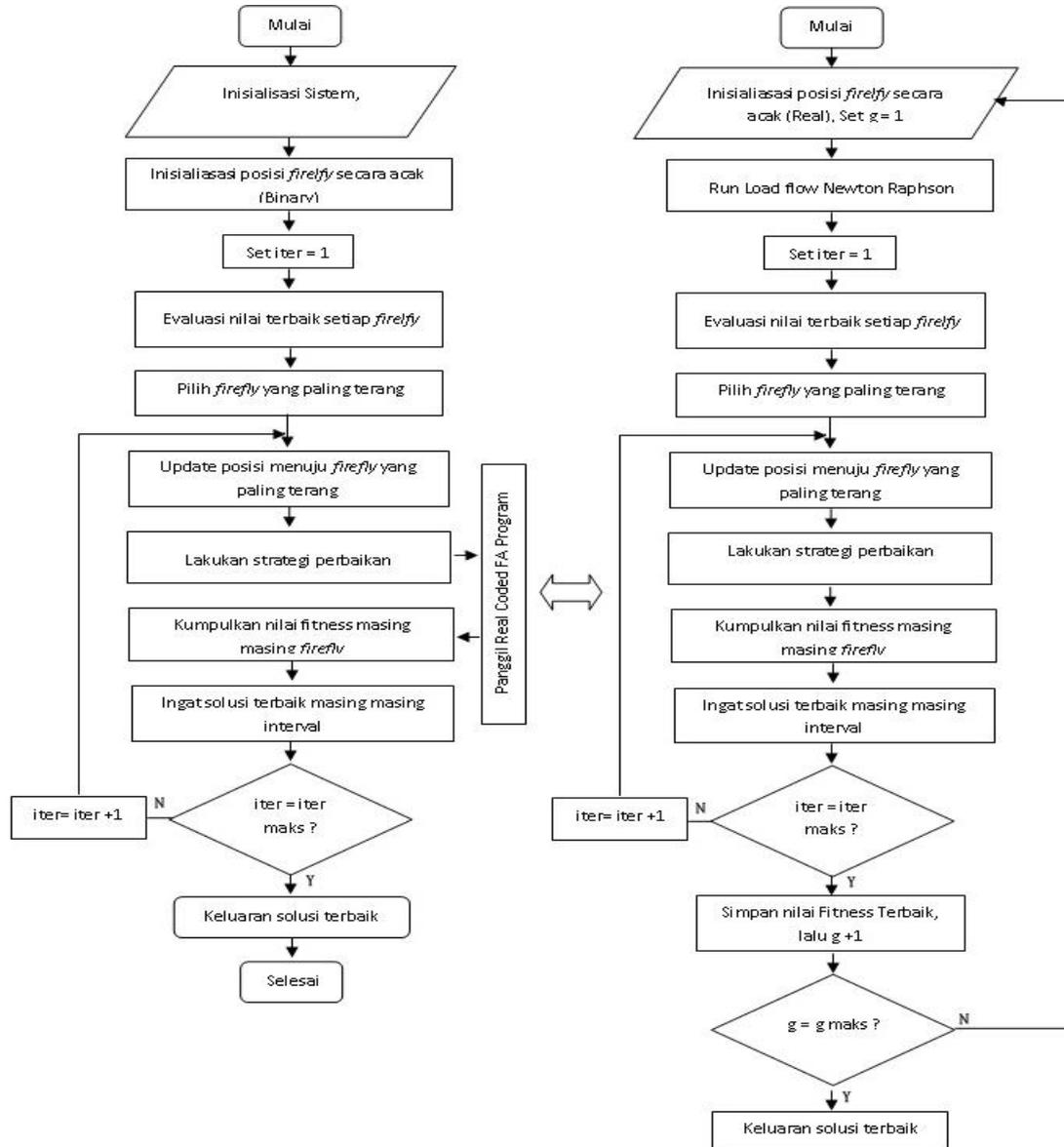
$$V_{i,min} \leq V_{i,t} \leq V_{i,max} \quad i = 1, 2, \dots, N_{bus}$$

$$S_{i,min} \leq S_{i,t} \leq S_{i,max} \quad i = 1, 2, \dots, nl$$

7. Inisial status unit

Metodologi dan Hasil Simulasi

Metodologi



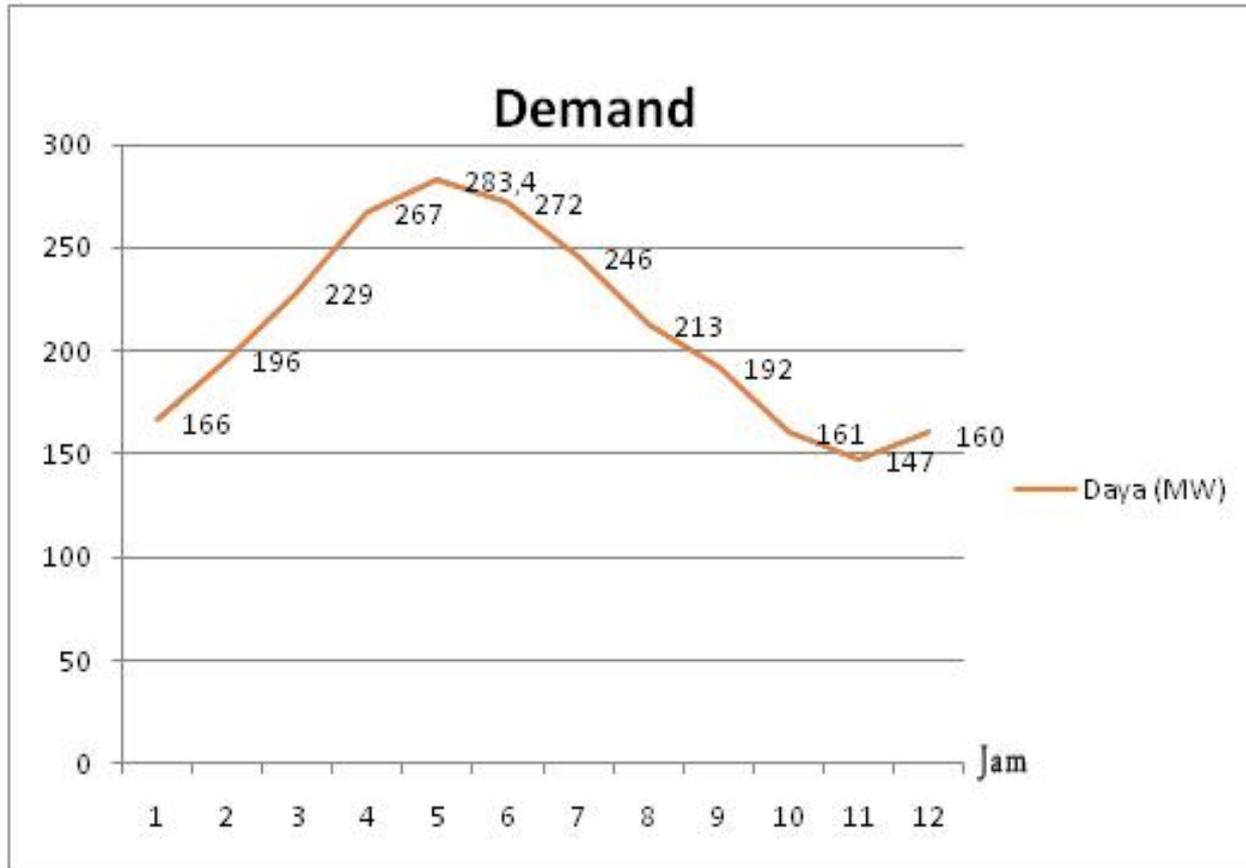
Hasil Simulasi dan Analisis

Data Karakteristik Pembangkit

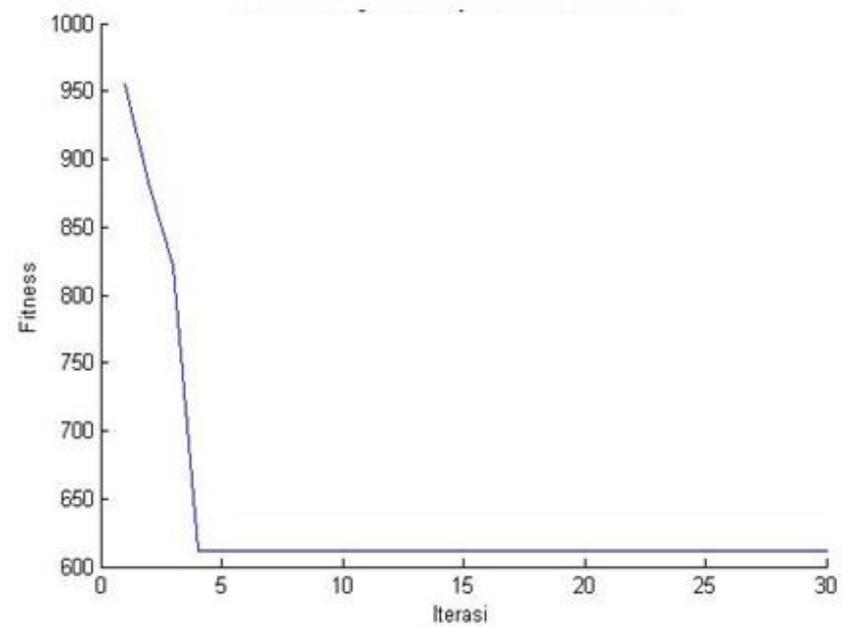
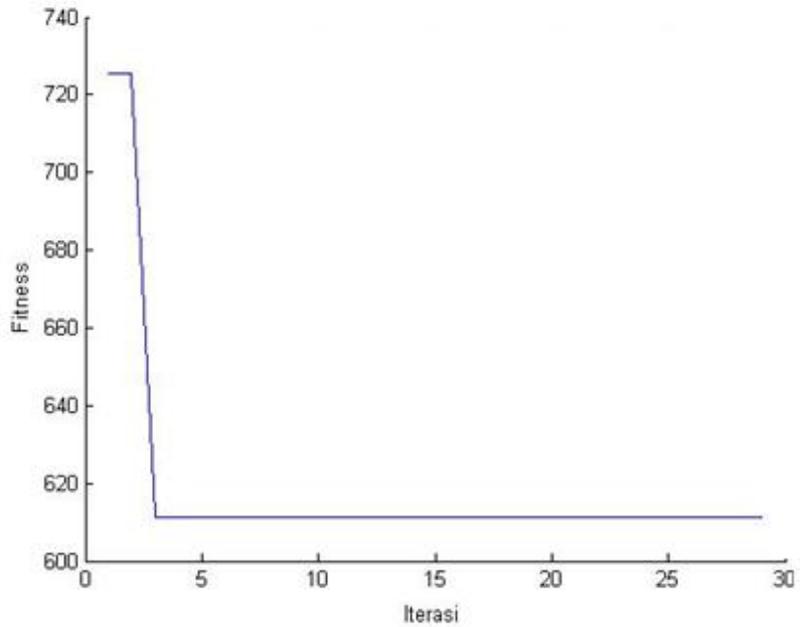
	Unit					
	1	2	3	4	5	6
a (\$/h)	0.00375	0.01750	0.06250	0.00834	0.02500	0.02500
b (\$/MWh)	2.0	1.75	1.0	3.25	3	3
c (\$/MWh ²)	0	0	0	0	0	0
Pmin (MW)	50	20	15	10	10	12
Pmax (MW)	200	80	50	35	30	40
MU (h)	4	2	2	2	2	2
MD (h)	4	3	2	2	2	2
RU (MW/h)	15	10	6	4	4	5
RD (MW/h)	20	15	10	8	8	10
Hot start Cost (\$)	70	74	110	50	72	40
Cold start Cost (\$)	176	187	113	267	180	113
Initial state (h)	-4	-3	-3	-3	-2	-2

Hasil Simulasi dan Analisis

Data Pembebanan Selama 12 Jam



Hasil Simulasi dan Analisis



Grafik konvergensi Algoritma. Kiri (PSO) Kanan (SAMFA)

Hasil Simulasi dan Analisis

Hasil Penjadwalan UC vs SCUC (Kondisi Normal)

Jam Ke	Unit					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0
3	1	0	1	0	0	1
4	1	1	1	0	0	1
5	1	1	1	0	0	1
6	1	1	1	0	0	1
7	1	1	1	0	0	1
8	1	1	1	0	0	1
9	1	1	1	0	0	1
10	1	1	1	0	0	1
11	1	1	1	0	0	1
12	1	1	1	0	0	1

Hasil Penjadwalan UC

Jam Ke	Unit					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0
3	1	0	1	0	0	1
4	1	1	1	0	0	1
5	1	1	1	0	0	1
6	1	1	1	0	0	1
7	1	1	1	0	1	1
8	1	1	1	0	1	1
9	1	1	1	0	1	1
10	1	1	1	0	1	1
11	1	1	1	0	1	1
12	1	1	1	0	1	1

Hasil Penjadwalan SCUC

Keterangan:

Perbedaan status unit ditandai dengan huruf dicetak tebal

Hasil Simulasi dan Analisis

Hasil Pembangkitan Daya Aktif UC vs SCUC (Kondisi Normal)

Jam Ke	Unit					
	1	2	3	4	5	6
1	172,8					
2	152,8		50			
3	145,4		49,1			40
4	125,4	71	47			39,4
5	129,3	73,5	48,1			40
6	120,3	72,2	47,1			39,2
7	101,1	67,4	44			38,7
8	83,5	58,4	40,8			33,9
9	72,6	53,4	38,5			30,4
10	54,2	49,4	34,8			24,6
11	45,9	40,6	33,9			28
12	54	46,1	35,2			26,5

Daya Aktif UC (MW)

Jam Ke	Unit					
	1	2	3	4	5	6
1	172,7					
2	152,7		49,6			
3	147,7		47,6			39,3
4	127,9	69,6	44,8			37,4
5	135,2	72,7	46,7			36,9
6	125,7	68,7	44,7			40,0
7	105,8	57,4	38,3		29,8	32,4
8	85,9	50,0	34,4		29,7	24,8
9	72,6	42,1	31,0		25,6	23,3
10	58,8	36,7	27,9		22,9	16,4
11	51,8	37,2	25,2		17,4	16,8
12	58,5	39,6	28,2		18,1	17,3

Daya Aktif SCUC (MW)

Hasil Simulasi dan Analisis

Total Biaya Pembangkitan UC vs SCUC (Kondisi Normal)

Jam Ke	Biaya (\$)			
	Operasi	Penyalaaan	Pemadaman	Pembangkitan
1	457,5439	176	0	633,5439
2	591,4635	113	0	704,4635
3	656,8435	113	0	769,8435
4	649,6421	187	0	836,6421
5	897,162	0	0	897,162
6	853,8693	0	0	853,8693
7	756,4529	0	0	756,4529
8	630,409	0	0	630,409
9	554,0795	0	0	554,0795
10	447,5262	0	0	447,5262
11	409,1328	0	0	409,1328
12	446,6192	0	0	446,6192
Total Biaya Pembangkitan (\$)				7939,7439

Total Biaya Pembangkitan UC

Jam Ke	Biaya (\$)			
	Operasi	Penyalaaan	Pemadaman	Pembangkitan
1	457,394	176	0	633,394
2	596,396	113	0	709,396
3	723,201	113	0	836,201
4	840,903	187	0	1027,9
5	886,584	0	0	886,584
6	843,43	0	0	843,43
7	776,697	180	0	956,697
8	640,259	0	0	640,259
9	537,088	0	0	537,088
10	432,698	0	0	432,698
11	385,348	0	0	385,348
12	426,396	0	0	426,396
Total Biaya Pembangkitan (\$)				8315,39

Total Biaya Pembangkitan SCUC

Hasil Simulasi dan Analisis

Hasil Penjadwalan SCUC (Kondisi Kontingensi)

Jam Ke	Unit					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0
3	1	0	1	0	0	1
4	1	1	1	0	0	1
5	1	1	1	0	1	1
6	1	1	1	0	1	1
7	1	1	1	0	1	1
8	1	1	1	0	1	1
9	1	1	1	0	1	1
10	1	1	1	0	1	0
11	1	1	1	0	1	0
12	1	1	1	0	1	0

Hasil Penjadwalan SCUC

Keterangan:

Kontingensi dipilih seolah olah salah satu saluran lepas. Saluran yang dianggap lepas pada simulasi ini adalah saluran bus 2 ke bus 5.

Hasil Simulasi dan Analisis

Hasil Pembangkitan Daya Aktif SCUC (Kondisi Kontingensi)

Jam Ke	Unit					
	1	2	3	4	5	6
1	176,9					
2	157,0		45,4			
3	146,5		50,0			39,8
4	126,9	61,2	50,0			38,9
5	114,0	62,0	49,9		29,8	37,4
6	105,5	57,8	50,0		29,6	37,3
7	87,1	48,9	50,0		30,0	35,5
8	69,0	42,1	48,8		29,0	27,7
9	60,4	38,3	46,0		26,7	23,4
10	58,9	37,8	42,0		24,5	
11	51,5	31,2	39,7		26,3	
12	57,1	36,6	40,4		28,1	

Hasil Pembangkitan Daya Aktif SCUC

Hasil Simulasi dan Analisis

Total Biaya Pembangkitan SCUC (Kondisi Kontingensi)

Jam Ke	Biaya (\$)			
	Operasi	Penyalaaan	Pemadaman	Pembangkitan
1	471,246	176	0	647,246
2	580,57	113	0	693,57
3	738,60	113	0	851,6
4	847,597	187	0	1034,6
5	916,972	0	0	916,972
6	875,705	0	0	875,705
7	786,923	0	0	786,923
8	668,325	0	0	668,325
9	586,887	0	30	616,887
10	462,486	0	0	462,486
11	419,087	0	0	419,087
12	460,081	0	0	460,081
Total Biaya Pembangkitan (\$)				8433,48

Total Biaya Pembangkitan SCUC

Hasil Perbandingan

Problem	TCP (\$)
UC	7939,74
SCUC Normal	8315,39
SCUC Kontingensi	8433,48

Kesimpulan & Saran

Kesimpulan

1. Metode *Self Adaptive Modified Firefly Algorithm* (SAMFA) mampu menyelesaikan permasalahan *security constrained unit commitment* (SCUC).
2. Total biaya produksi yang lebih tinggi sebesar \$195,65 untuk SCUC adalah sebagai konsekuensi dari permasalahan ini, namun nilai ini memastikan bahwa sistem dapat melayani permintaan beban secara layak dan aman
3. Pada saat terjadi kontingensi, biaya total produksi yang dihasilkan akan meningkat, hal ini disebabkan adanya perubahan sistem yang menyebabkan kombinasi UC juga berubah menyesuaikan kondisi sistem.
4. Penjadwalan dengan SCUC memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan penjadwalan UC.

Saran

1. Untuk mempercepat dalam proses komputasi, dapat dilakukan modifikasi pada bagian binary program yaitu dengan membuat partikel SAMFA menjadi unik.
2. Perlu dikembangkan dengan penambahan batasan lain yang lebih kompleks sehingga dapat diimplementasikan pada real system.
3. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan didalam real system yang berhubungan dengan *Security Constrained Unit Commitment* (SCUC).

SEKIAN

&

TERIMA KASIH



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember