

Security Constraint Dynamic Optimal Power Flow (SCDOPF) Menggunakan Firefly Algorithm (FA)



Dosen Pembimbing

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

Dipresentasikan Oleh

Rosyidatul Makmuria
2212201002

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SISTEM TENAGA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

Pendahuluan



- Dynamic Optimal power flow (DOPF) merupakan proses optimisasi penjadwalan pembebanan bertujuan untuk menentukan penjadwalan daya aktif pembangkitan untuk melayani permintaan beban yang berubah secara fluktuatif dengan tidak melanggar konstrain yang telah ditentukan serta mencari pembangkitan termurah.
- Permintaan beban (demand) yang bersifat fluktuatif mengharuskan semua pembangkit yang ada terhubung secara terintegrasi.
- Pembangkit yang terhubung secara terintegrasi membutuhkan saluran transmisi dan distribusi untuk menyalurkan sumber tenaga listrik menuju pusat beban dan konsumen.
- Saluran transmisi sering kali mengalami kontingensi seperti saluran lepas atau salah satu saluran yang lepas yang disebabkan karena sambaran petir atau kelebihan beban pada salah satu saluran.

Pendahuluan

- Security Constraint Dynamic Optimal Power Flow (SCDOPF) dengan cara menjalankan OPF dengan tiga keadaan pada jam yang sama, yaitu OPF kondisi normal, OPF kondisi kontingensi 1 dan OPF kondisi kontingensi 2 yang bertujuan untuk mencari total biaya pembangkitan termurah.
- Firefly algorithm (FA) merupakan salah satu algoritma metaheuristik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah SCDOPF karena FA lebih handal dan sulit terjebak dalam lokal optimal.

Perumusan Masalah



- Bagaimana membuat program SCDOPF untuk menentukan biaya pembangkitan termurah dengan menambahkan kontingensi pada saluran transmisi dengan beban yang berubah secara dinamis menggunakan *firefly algorithm*.
- Bagaimana menentukan biaya pembangkit yang dinamis dan besar pembebanan dari masing-masing generator dengan memperhitungkan parameter *ramp rate* dan parameter saluran.
- Bagaimana pengaruh kinerja dari parameter *ramp rate* dan parameter saluran terhadap total pembebanan dari masing-masing generator setiap jam.

Tujuan Penelitian



- Membuat program SCOPF untuk menentukan biaya pembangkitan termurah dan besar pembebanan dari masing-masing generator dengan menambahkan kontingensi pada saluran transmisi dengan beban yang berubah secara dinamis menggunakan *firefly algorithm*.
- Menentukan biaya pembangkit yang dinamis dan besar pembebanan dari masing-masing generator dengan memperhitungkan parameter *ramp rate* dan parameter saluran.
- Mengetahui pengaruh kinerja dari parameter *ramp rate* dan parameter saluran terhadap total pembebanan dari masing-masing generator setiap jam.

Batasan Masalah



- Simulasi program SCDOFP dilakukan pada sistem tenaga IEEE 30 bus.
- Objective function untuk menentukan total biaya pembangkitan termurah dan besar pembebanan dari masing-masing generator.
- Simulasi hanya dibatasi selama 4 jam.
- Kontingensi 1 disebabkan karena saluran lepas dan kontingensi 2 disebabkan hanya salah satu saluran saja yang lepas.
- Kontingensi 1 dan 2 terjadi pada saluran yang sama yaitu saluran 12 ke 14 dan 10 ke 21.
- FA digunakan sebagai metode untuk menyelesaikan masalah SCDOFP.

Literatur reviou

- Diambil dari jurnal, tesis, dan prosiding yang berkaitan dengan :
 1. OPF yang bertujuan untuk meminimalkan biaya, emisi dan memperkecil losses [4-6]
 2. OPF dengan menambahkan kontingensi pada saluran [7-9]
 3. DOPF dengan constraint ramp rate bertujuan biaya pembangkit termurah [10]
- Posisi penelitian menggunakan DOPF dengan memberikan kontingensi pada saluran (SCDOPF) menggunakan FA

Problem Formulation

Untuk menyelesaikan masalah SCOPF maka harus dilakukan:

1. Simulasi data sistem tenaga IEEE 30 bus.
2. Penentuan fungsi objective yaitu menentukan biaya pembangkitan termurah

$$\text{Minimize } F = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{N_{gen}} \sum_{i=1}^C f_i(P_i)$$

$$f_i(P_i) = a_i P_{gi}^{t2} + b_i P_{gi}^t + c_i$$

3. Penentuan constraint persamaan dan pertidaksamaan
Persamaan constraint

$$P_i^t = P_{gi}^t - P_{di}^t = \sum_{j=1}^n V_i^t V_j^t (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij})$$

$$Q_i^t = Q_{gi}^t - Q_{di}^t = \sum_{j=1}^n V_i^t V_j^t (G_{ij} \sin \theta_{ij} + B_{ij} \cos \theta_{ij})$$

Constraint pertidaksamaan sebagai berikut :

$$P_{gi \min} \leq P_{gi}^t \leq P_{gi \max}, i = 1, 2, \dots, N_{gen}$$

$$Q_{gi \min} \leq Q_{gi}^t \leq Q_{gi \max},$$

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

$$S_l \leq S_l^{\max} \quad l = 1, 2, \dots, nl$$

Constraint ramp rate :

$$P_{gi}^{(t-1)} - P_{gi}^t \leq DR_i$$

$$P_{gi}^t - P_{gi}^{(t-1)} \leq UR_i$$

Strategi Formulation

Untuk menentukan jarak firefly pada bidang cartesius :

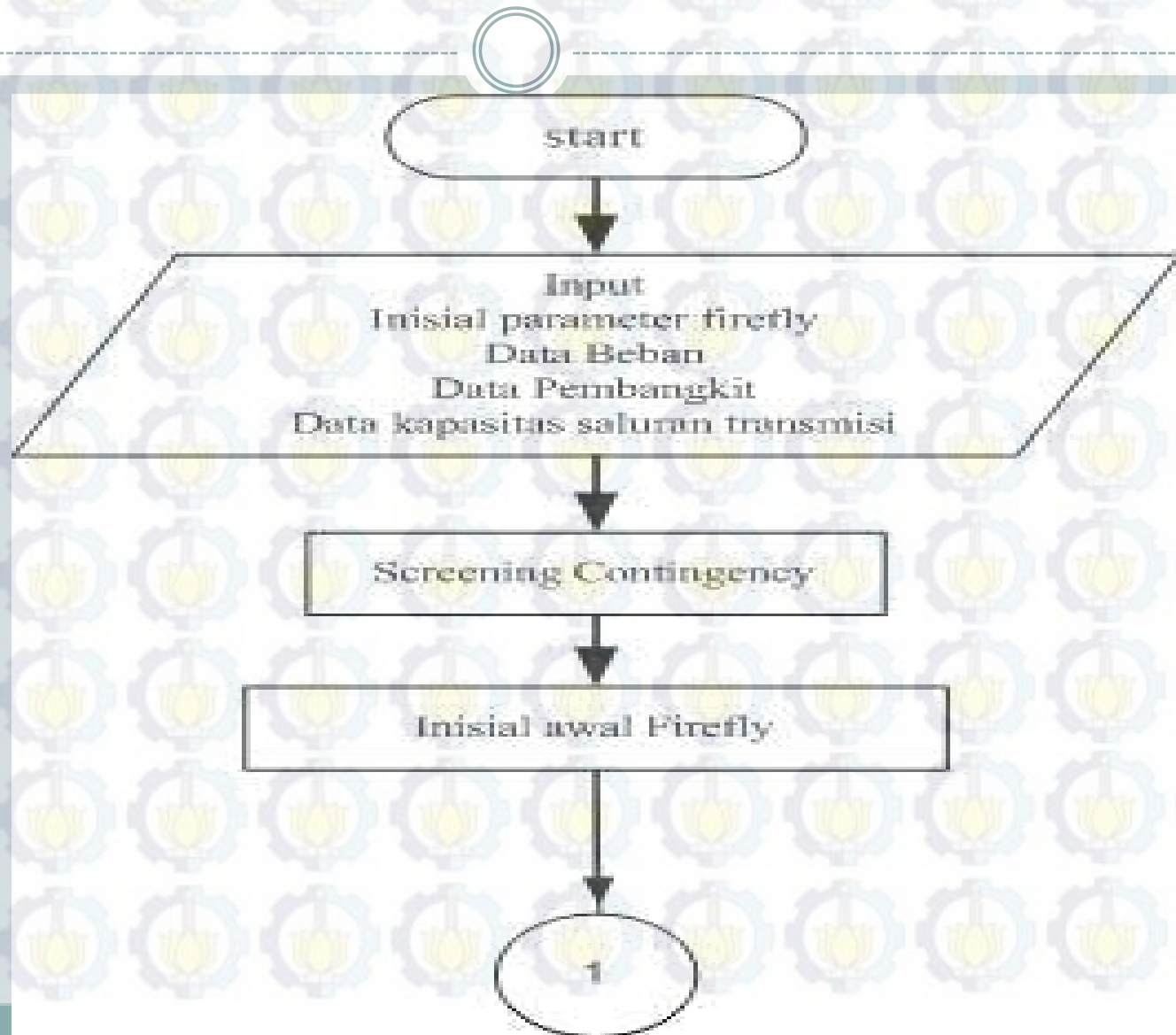
$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

- Persamaan umum dari firefly

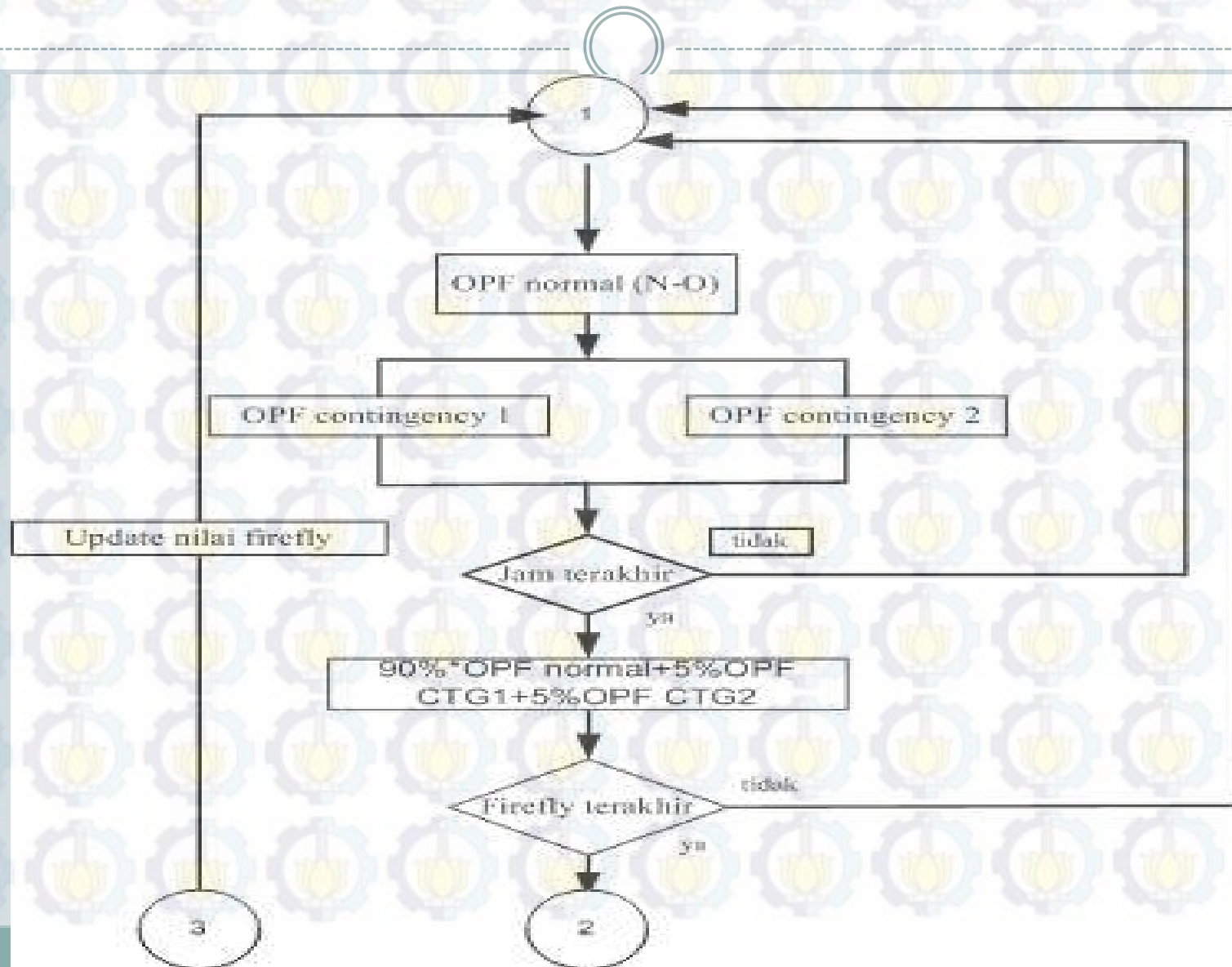
$$x_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2} (x_j - x_i) + \alpha \epsilon_i$$

- Posisi akhir kunang-kunang i
- Posisi awal kunang-kunang i
- Faktor ketertarikan
- Koefisien penyerapan intensitas cahaya (karena kabut, dll)
- Posisi kunang-kunang j (Vektor)
- Posisi kunang-kunang i (Vektor)
- Koefisien nilai random dan vektornya

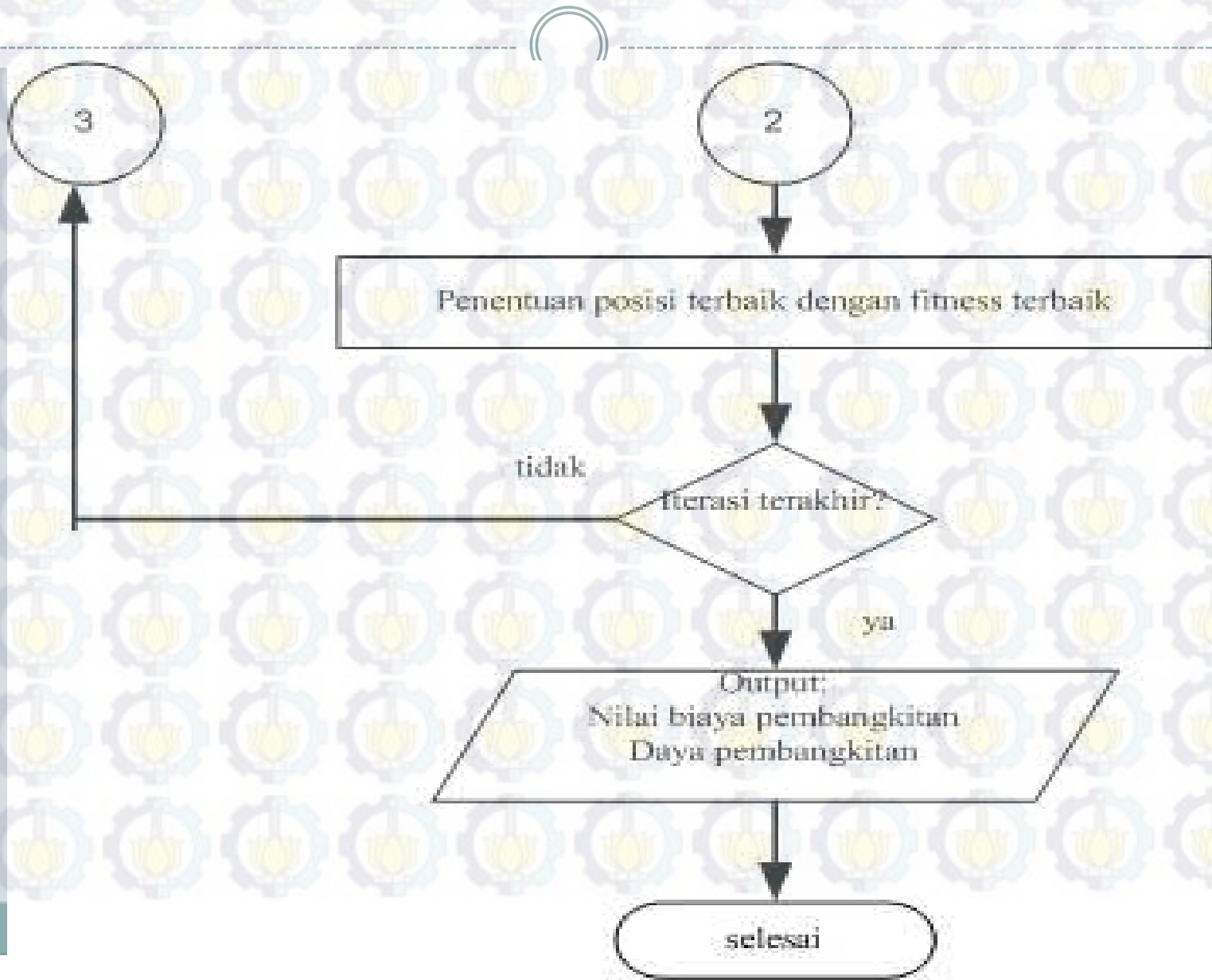
Strategi Formulation



Strategi Formulation



Strategi Formulation



Hasil Simulasi dan Analisis

Tabel 4.1 Data konstrain daya aktif dan reaktif generator

NO	Generator	Daya Aktif (MW)		Daya Reaktif (MVAR)	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
1	Generator 1	50	200	-	-
2	Generator 2	20	80	-20	100
3	Generator 3	15	50	-15	80
4	Generator 4	10	35	-15	60
5	Generator 5	10	30	-10	50
6	Generator 6	12	40	-15	60

Tabel 4.2 Data karakteristik fungsi biaya pembangkitan

NO	Generator	Fungsi Biaya (\$/Jam)
1	Generator 1 (bus1)	$C_1 = 0.00375P_1^2 + 2P_1 + 0$
2	Generator 2 (bus 2)	$C_1 = 0.0175P_1^2 + 1.75P_1 + 0$
3	Generator 3 (bus 5)	$C_1 = 0.0625 P_1^2 + 1P_1 + 0$
4	Generator 4 (bus 8)	$C_1 = 0.0083 P_1^2 + 3.25P_1 + 0$
5	Generator 5 (bus 11)	$C_1 = 0.025P_1^2 + 3P_1 + 0$
6	Generator 6 (bus 13)	$C_1 = 0.025P_1^2 + 3P_1 + 0$

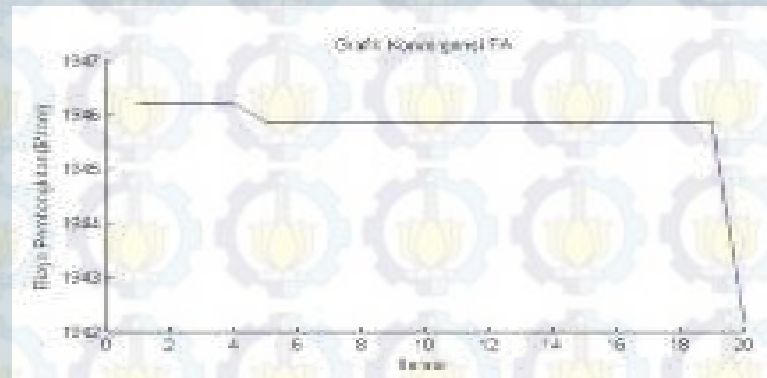
Hasil Simulasi dan Analisis

Tabel 4.3 Ramp rate generator

NO	Generator	P_{min}	P_{min}	Ram rate (UP)	Ram rate (Down)
1	Generator 1 (bus1)	0	250	15	20
2	Generator 2 (bus 2)	0	80	10	15
3	Generator 3 (bus 5)	0	50	6	10
4	Generator 4 (bus 8)	0	55	4	8
5	Generator 5 (bus 11)	0	30	4	8
6	Generator 6 (bus 13)	0	40	5	10

Tabel 4.4 Parameter FA

Jumlah partikel	Max Iterasi	Alpha	Gamma	Betamin
20	20	0.1	0.02	0.2



Gambar 1 Grafik konvergensi SCDOF menggunakan FA

Hasil Simulasi dan Analisis

Tabel 4.5 Hasil simulasi SCDOPF selama 4 jam menggunakan FA

No	Biaya pembangkitan	Biaya (\$/jam)
1	Pada jam 1	520.252
2	Pada jam 2	471.056
3	Pada jam 3	475.671
4	Pada jam 4	475.347
5	Total biaya	1942.325

Tabel 4.6 Probabilistic statistic total biaya pembangkitan menggunakan FA

No	Probabilitic statistic	Total biaya pembangkitan (\$/jam)
1	MIN	1942.325
2	MAX	2060.733
3	MEDIAN	2026.162
4	STANDART DEVIASI	42.369

Hasil Simulasi dan Analisis

Tabel 4.7 Daya aktif yang dibangkitkan oleh generator pada jam 1

No	Nama Generator	Daya aktif pembangkit MW	Biaya (\$/jam)
1	Generator 1	105.899	253.853
2	Generator 2	21.058	44.611
3	Generator 3	9.117	14.312
4	Generator 4	13.578	45.666
5	Generator 5	9.117	29.429
6	Generator 6	7.014	22.272

Tabel 4.8 Daya aktif yang dibangkitkan oleh generator pada jam 2

No	Nama Generator	Daya aktif pembangkit MW	Biaya (\$/jam)
1	Generator 1	112.799	273.312
2	Generator 2	30.623	70.001
3	Generator 3	15.027	29.140
4	Generator 4	10.904	36.429
5	Generator 5	6.658	21.082
6	Generator 6	12.742	42.285

Hasil Simulasi dan Analisis

Tabel 4.9 Daya aktif yang dibangkitkan oleh generator pada jam 3

No	Nama Generator	Daya aktif pembangkit MW	Biaya (\$/jam)
1	Generator 1	119.230	291.769
2	Generator 2	21.993	46.952
3	Generator 3	9.219	14.531
4	Generator 4	9.280	30.878
5	Generator 5	4.939	15.427
6	Generator 6	17.106	58.633

Tabel 4.10 Daya aktif yang dibangkitkan oleh generator pada jam 4

No	Nama Generator	Daya aktif pembangkit MW	Biaya (\$/jam)
1	Generator 1	112.799	273.311
2	Generator 2	30.623	70.002
3	Generator 3	15.027	29.140
4	Generator 4	10.904	36.430
5	Generator 5	6.658	21.082
6	Generator 6	12.742	42.285

Hasil Simulasi dan Analisis

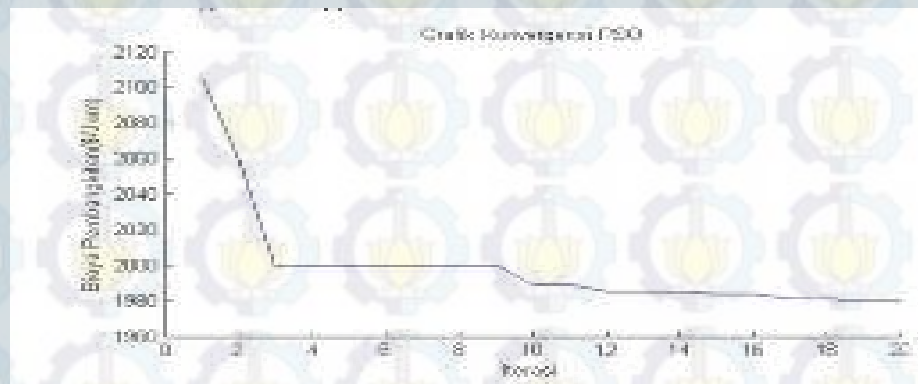


- Simulasi SCDOF menggunakan PSO
- Parameter PSO

Tabel 4.14. Parameter PSO

No	Parameter PSO	Nilai
1	Partikel	20
2	Max iterasi	20
3	Accel 1	1.2
4	Accel 2	1.2
3	W_min	0.9
4	W_max	0.4

- Gambar 2. grafik konvergensi menggunakan PSO



Hasil Simulasi dan Analisis

- Hasil simulasi SCDOFP menggunakan PSO

Tabel 4.15 Hasil simulasi SCDOFP selama 4 jam menggunakan PSO

No	Biaya pembangkitan	Biaya (\$/jam)
1	Pada jam 1	487.926
2	Pada jam 2	582.867
3	Pada jam 3	444.469
4	Pada jam 4	455.605
5	Total biaya	1970.867

Penutup



Kesimpulan

- SCDOF menggunakan FA dilakukan dengan mensimulasikan tiga keadaan secara berurutan yang dimulai dengan OPF kondisi normal dilanjutkan dengan OPF kontingensi 1 dan OPF kontingensi 2.
- Simulasi SCDOF dengan tujuan untuk mencari total biaya pembangkitan termurah menggunakan metode FA.
- Simulasi SCDOF menggunakan metode FA menghasilkan biaya pembangkitan pada jam pertama 520.252 (\$/jam), pada jam ke dua 471.056 (\$/jam), pada jam ke tiga 475.671 (\$/jam) dan jam ke empat 475.347 (\$/jam) dengan total biaya 1942.325 (\$/jam).

Penutup



Kesimpulan

- SCDOFP menggunakan PSO dilakukan dengan mensimulasikan tiga keadaan secara berurutan yang dimulai dengan OPF kondisi normal dilanjutkan dengan OPF kontingensi 1 dan OPF kontingensi 2.
- Simulasi SCDOFP dengan tujuan untuk mencari total biaya pembangkitan termurah menggunakan metode PSO.
- Simulasi SCDOFP menggunakan metode PSO menghasilkan biaya pembangkitan pada jam pertama 487.926 (\$/jam), pada jam ke dua 582.867 (\$/jam), pada jam ke tiga 444.469 (\$/jam) dan jam ke empat 455.605 (\$/jam) dengan total biaya 1970.867 (\$/jam).
- Dengan membandingkan hasil simulasi SCDOFP menggunakan FA dengan SCDOFP menggunakan PSO maka FA lebih murah.

Penutup



Saran

- Penelitian SCDOFP ini diharapkan dapat digunakan di dalam *real system*.
- Perlu dilakukan beberapa modifikasi untuk meningkatkan performa dari FA.
- Untuk penelitian SCDOFP perlu dikembangkan dengan menambahkan *spinning reserve* sehingga bisa diimplementasikan pada *real system*.

The background features a repeating pattern of a logo consisting of a blue gear with a yellow lotus flower inside. A white circle with a double outline is positioned at the top center, partially overlapping a horizontal dashed white line. The text "Sekian & Terima kasih" is centered in the lower half of the image.

Sekian & Terima kasih