

ECONOMIC DISPATCH PADA SISTEM IEEE UNIT TERMAL DENGAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*

Agyl Adi Pamungkas

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia (UII)

Yogyakarta Indonesia

Email : agil.adi30@gmail.com

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

ABSTRAK

Economic dispatch (ED) merupakan suatu skema dalam pengoperasian unit pembangkit termal yang bertujuan untuk menghemat biaya pengoperasian setiap unit pembangkit yang dipoerasikan. Dalam optimasi ED penggunaan bahan bakar dan fungsi biaya dari setiap bahan bakar akan dioperhitungkan agar didapatkan total biaya pembangkitan yang seminimal mungkin. Dalam skripsi ini optimasi ED akan diselesaikan dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO), PSO akan mencari nilai keluaran daya terbaik atau nilai *Global best* dari seluruh calon solusi yang bergerak secara acak untuk mencapai posisi terbaik dengan jumlah iterasi tertentu berdasarkan fungsi biaya bahan bakar yang paling ekonomis dengan bantuan *software* MATLAB dan akan diimplementasikan pada sistem IEEE 24 bus dengan 26 unit termal. Dari algoritma PSO yang telah diimplementasikan dengan memperhatikan kekangan daya minimal dan daya maksimal pembangkitan tiap unit didapatkan hasil biaya operasi total seluruh unit pembangkit dalam 24 jam adalah sebesar 774928 $/Mbtu dengan total energi yang dibangkitkan secara keseluruhan sebesar 54910 MW.

Kata kunci : *economic dispatch, Particle Swarm Optimization* (PSO)

1. PENDAHULUAN

Dalam pengoperasiannya setiap unit pembangkit menggunakan bahan bakar yang berbeda-beda. Dimana setiap bahan bakar tersebut memiliki harga biaya yang berbeda-beda. Oleh karna itu untuk menghemat biaya pengoperasian dapat dilakukan *economic dispatch.*

Economic dispatch (ED) merupakan suatu usaha penghematan biaya pengoperasian unit pembangkit. Bahan bakar yang paling murah akan diprioritaskan sebagai bahan bakar utama untuk membangkitkan energi listrik dengan tetap memperhatikan kekangan-kekangan operasional yaitu pembangkitan minimum dan maksimum setiap unit pembangkit.

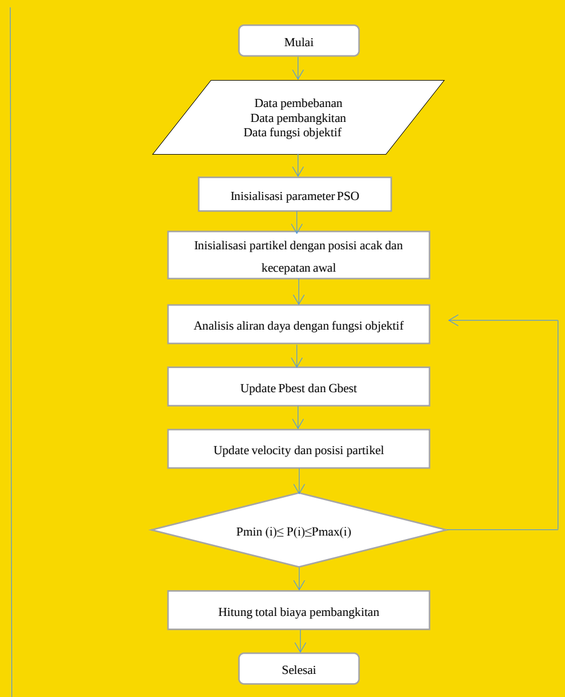
Dalam penelitian ini adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO) akan diimplementasikan pada sistem IEEE 24 bus dengan 26 unit termal. Parameter kontrol yang digunakan yaitu *velocity, inertia*, *cognitive learning*, dan *social learning*. Walaupun parameter yang digunakan relatif sederhana metode ini dapat diandalkan untuk menyelesaikan permasalahan ED. Data kekangan dan fungsi biaya tiap unit yang ada akan digunakan sebagai variabel pemecahan dari ED, dimana PSO akan mengoptimalkan nilai keluaran dari hasil komputasi pada setiap unit pembangkit dalam jumlah iterasi tertentu berdasarkan dari fungsi biaya pengoperasian yang paling minim dan kekangan pembangkitan daya minimal dan maksimal dari tiap unit yang dioperasikan.

3. PEMODELAN SISTEM

CARA KERJA SISTEM:
Simulasi pemecahan masalah ED ini menggunakan *software* MATLAB. Sistem kerja penyesesaian ED dengan PSO pertama, deklarasi data fungsi biaya dan kekangan-kekangan yang ada pada pengoperasian unit pembangkit dan fungsi-fungsi objektif yang diperlukan guna keperluan perhitungan komputasi PSO.

Selanjutnya dibutuhkan initialisasi parameter-parameter penting PSO guna keperluan PSO untuk mengoptimalisasi permasalahan yang akan diselesaikan. Setelah parameter-parameter tersebut telah diinput dalam koding MATLAB saat disimulasikan PSO akan mengevaluasi nilai dari hasil perhitungan komputasi yang dianggap sebagai nilai partikel yang sudah diinitialisasi dengan posisi acak dan kecepatan awal, yang dimana hasil dari evaluasi tersebut merupakan hasil *Pbest* dan *Gbest* dari seluruh partikel.

Langkah berikutnya nilai *Pbest* dan *Gbest* akan diperbarui dengan cara memperbarui nilai *velocity* dan posisi dari tiap partikel. Lalu hasil dari Pbest dan *Gbest* akan dievaluasi lagi apakah nilai tersebut sudah memenuhi syarat kekangan dari Pmin dan Pmax yang telah ditetapkan pada tiap unit pembangkit. Jika nilai tidak memenuhi syarat maka akan dilakukan perhitungan ulang dari komputasi aliran daya sampai hasil yang dikeluarkan memenuhi syarat kekangan yang ada. Jika nilai sudah memenuhi syarat kekangan yang ada maka selanjutnya PSO akan mengkalkulasi hasil dari Ptotal atau total daya yang dibangkitkan dan *cost* atau biaya tiap pengoperasian unit pembangkit hingga total biaya dari keseluruhan 26 unit pembangkit.



Gambar 1. Flow Chart Penyelesaian ED Dengan PSO

2. DASAR TEORI

ECONOMIC DISPATCH

Economic Dispatch (ED) adalah suatu permasalahan pada sistem tenaga yaitu dimana analisis aliran daya yang optimal dila kukan untuk meminimalisir biaya operasi pembangkitan. Jadi Pada ED pembebanan pada unit-unit pembangkit yang terdapat pada sistem dibagi secara optimal ekonomi pada harga beban sistem tertentu yang berdampak pada biaya operasi yang dapat mejadi lebih minim, namun tetap dapat memenuhi total beban yang diminta dan memperhatikan kekangan-kekangan teknis dan operasional dari masing-masing unit pembangkit.

Setiap pembangkit mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dalam pengoperasiannya. Karakteristik input hingga output pembangkit menunjukkan hubungan antara input bahan bakar (Rp/jam) dan output yang dihasilkan oleh unit pembangkit tersebut (MW). Dengan mengetahui perbedaan karakteristik antara seluruh pembangkit, optimasi pengoperasian unit pembangkit dapat dilakukan. Umumnya, karakteristik input hingga output unit pembangkit diselesaikan dengan fungsi polinomial orde duayaitu :

$$F_i(P_i) = a_i + b_iP_i + c_iP_i^2$$

Keterangan,
F_i :Biaya bahan bakar unit i.
i :Masing-masing unit pembangkit.
a_i, b_i, dan c_i :Koefisien biaya bahan bakar dari unit i.
P_i :Daya pada unit i.

$$Pi_{min} \leq Pi \leq Pi_{max}$$

Keterangan,
$P_{i\,min}$: Batas minimal daya pembangkitan unit i.
$P_{i\,max}$: Batas maksimal daya pembangkitan pada unit i.
P_i : Daya pembangkitan unit i.

$$F_t = \sum_{i=1}^{n} F_i(P_i)$$

Keterangan,
F_t : Total biaya bahan bakar.
i : Masing-masing unit pembangkit.
P_i : Pembangkitan dari unit i.
n : Jumlah unit pembangkit.

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)

Pemodelan PSO akan disimulasikan dalam ruang dengan dimensi tertentu dengan sejumlah iterasi sehingga di setiap iterasi, posisi partikel akan semakin mengarah ke target yang dituju (minimasi atau maksimasi fungsi). Ini dilakukan hingga maksimum iterasi dicapai atau bisa juga digunakan kriteria penghentian yang lain.
Selain posisi untuk menentukan solusi partikel juga membutuhkan kecepatan yang sesuai. Yang berguna untuk menetapkan kecepatan partikel untuk menemukan posisi yang optimal. Setiap iterasi kecepatan akan merubah-ubah sesuai dengan posisi partikel yang terus dievaluasi. Berikut merupakan persamaan posisi dan kecepatan partikel,

$$v_i(t+1) = w.v_i(t) + c_1r_1[P_{best} - x_i(t)] + c_2r_2[G_{best} - x_i(t)]$$

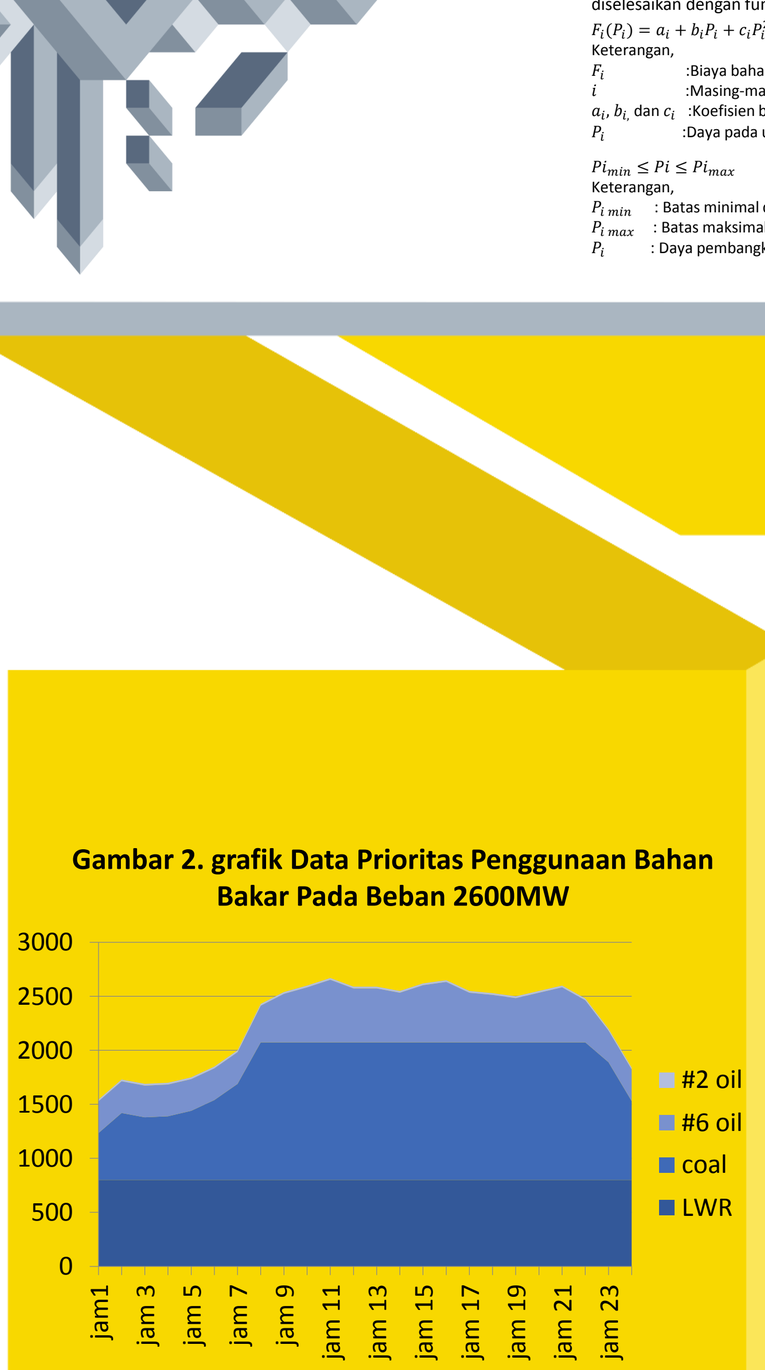
Keterangan,
$v_i(t+1)$: Kecepatan partikel i terbaru.
$x_i(t)$: posisi partikel i pada iterasi ke- t.
$v_i(t)$: kecepatan partikel i pada iterasi ke- t.
c_1c_2 : Konstanta koefisien *learning rates.*
r_1r_2 : Bilangan random.
P_{best} : Posisi Terbaik Lokal.
G_{best} : Posisi Terbaik Global.

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1)$$

Keterangan,
$x_i(t+1)$: Posisi partikel i terbaru.
$v_i(t+1)$: Kecepatan partikel i terbaru.
$x_i(t)$: Posisi partikel i pada iterasi ke- t.

4. HASIL DAN ANALISA

Gambar 2. grafik Data Prioritas Penggunaan Bahan Bakar Pada Beban 2600MW



Tabel 1. Data Hasil Simulasi Berupa Keluaran Daya dan Biaya Pada Beban 2600MW

No.	Jenis Bahan bakar	Pmin (MW)	Pmax (MW)	Pout (MW)	Biaya ($/Mbtu)
1.	#6 Oil	2,4	12	7,438385471	215,8205195
2.		2,4	12	5,63821475	170,0159581
3.		2,4	12	2,445762185	87,91301682
4.		2,4	12	2,402008193	87,21286933
5.		2,4	12	4,422735963	140,7080191
6.	#2 Oil	4	20	5,435698115	322,2252662
7.		4	20	4,000443055	268,9815918
8.		4	20	4,004305425	269,9461544
9.		4	20	10,97211591	536,2748335
10.	Coal	15,2	76	75,95002735	1143,868847
11.		15,2	76	75,99380971	1147,790915
12.		15,2	76	75,5277566	1143,97367
13.		15,2	76	62,007211	948,8095941
14.	#6 Oil	25	100	90,41030307	1896,204818
15.		25	100	78,14742721	1670,178397
16.		25	100	74,77292712	1613,076598
17.	Coal	54,25	155	154,9465297	1910,892006
18.		54,25	155	154,5028177	1911,498694
19.		54,25	155	154,9807697	1922,831508
20.		54,25	155	154,9996649	1928,131339
21.	#6 Oil	68,95	197	101,2120548	2613,539909
22.		68,95	197	82,31360942	2178,709756
23.		68,95	197	69,21738375	1878,619755
24.	Coal	140	350	348,3860911	4146,788356
25.	LWR	100	400	399,8720391	3616,08484
26.		100	400	399,9999108	3625,149392
TOTAL				2600,000002	37395,24662

Tabel 2. Persentasi Penggunaan Tiap Bahan Bakar Dalam Sistem Pembangkitan Dengan Beban 2600 MW

Bahan Bakar	Pembangkitan Maksimal (MW)	Daya yang Dibangkitkan (MW)	Persentasi Penggunaan Bahan Bakar (%)
LWR	800	800	100
Coal	1274	1257	98,69
#6 Oil	951	518	54,51
#2 Oil	80	24	30,52

5. CONCLUSION

- Dari hasil simulasi, penggunaan bahan bakar LWR selalu dimaksimalkan dalam setiap pengoperasian unit pembangkit untuk memenuhi kebutuhan beban karna bahan bakar LWR merupakan bahan bakar dengan biaya penhoperasian paling ekonomis dibangdingkan dengan bahan bakar lain yang juga digunakan dalam proses pengoperasian unit pembangkit.
- Penggunaan bahan bakar #2 *oil* sangat diminimalisir penggunaannya, karna bahan bakar tersebut merupakan bahan bakar dengan biaya pengoperasian yang paling mahal.
- Urutan prioritas penggunaan bahan bakar dalam simulasi ini yang bertujuan untuk menekan biaya pengoperasian unit pembangkit secara berurutan adalah: bahan bakar LWR *(nuclear), coal* (batu bara), #6 *oil*, #2 *oil.*

6. REFERENSI

- M. Arindra, R. S. Wibowo, and C. Riawan, "Unit Commitment Pada Sistem Pembangkitan Tenaga Angin Untuk Mengurangi Emisi Dengan Menggunakan Particle Swarm Optimization," vol. 5, no. 2, 2016.
- Violita, A. Priyadi, and I. Robandi, "Optimisasi Economic Dispatch pada Sistem Kelistrikan Jawa Bali 500 kV menggunakan Differential Evolutionary Algorithm," *Tek. Its*, vol. 1, no. 1, pp. 115–118, 2012.
- K. Syah, H. S. Dachlan, R. N. Hasanah, and dan M. Shidiq, "Analisis Perbandingan Economic Dispatch Pembangkit Menggunakan Metode Lagrange dan CFPSO," *Eeccis*, vol. 6, no. 1, pp. 1–2, 2012.
- Purnomo, I 2014, "*Cara Mudah Belajar Metode Optimasi Metaheuristik Menggunakan Matlab",* Gava Media, Yogyakarta.