

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK PERMASALAHAN UNIT COMMITMENT PADA PEMBANGKIT LISTRIK

Irnanto Krisnandi¹, Retno Novi Dayawati², Mohamad Syahrul Mubarak³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Unit Commitment Problem adalah penjadwalan produksi daya listrik generator pembangkit listrik pada suatu periode untuk memenuhi permintaan kebutuhan daya listrik pada rentang waktu tertentu dengan tujuan mendapatkan biaya pembangkitan seminimum mungkin. Unit Commitment merupakan permasalahan optimasi kombinatorial dan memiliki banyak constraint dengan ruang solusi yang sangat besar dan sulit untuk diselesaikan.

Terdapat beberapa pendekatan yang telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, salah satunya dalam penelitian ini digunakan pendekatan metode Particle Swarm Optimization yang menggunakan biner sebagai representasi solusinya dan dengan menggunakan fungsi fitness yang baik terbukti mampu memberikan solusi biaya ekonomi yang optimum dalam penjadwalan 10 unit dengan permintaan 24 periode waktu yaitu sebesar \$560,901 dan penjadwalan 4 unit dengan 8 periode waktu yaitu sebesar \$74,476. Selain itu juga dengan pengaturan parameter yang tepat metode ini mampu menghasilkan rata-rata akurasi seluruh constraint diatas 97%. Ini menunjukkan bahwa Particle Swarm Optimization merupakan metode yang tepat dalam menyelesaikan Unit Commitment Problem.

Kata Kunci : Unit Commitment Problem, Particle Swarm Optimization, biner, constraint, fungsi fitness.

Abstract

The Unit Commitment Problem is to scheduling power production of electrical power generating units to meet a load demand on some period of time in order to get the most minimum production cost. The Unit Commitment Problem is optimization problem with mixed combinatorial and have a set of operational constraints with enormous dimension which is very complex to solve.

There are several approaches that have been used to solve Unit Commitment Problem. In this paper the author uses Particle Swarm Optimization algorithm with binary as representation of solution and good enough fitness function, has been proved to be able to deliver solution with good optimum economic dispatch cost. In scheduling 10 units with 24 demand period the method deliver best solution with \$560,901 production cost and in scheduling 4 units with 8 demand period the method deliver best solution with \$74,476 production cost. Also with the right parameters setting, this method capable of delivering solution with average accuracy above 97% over every operational constraints. This shows the Particle Swarm Optimization is an appropriate method in solving Unit Commitment Problem.

Keywords : Unit Commitment Problem, Particle Swarm Optimization, binary, constarint, fitness function.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga listrik terdiri dari beberapa komponen, yaitu generator tenaga listrik, sistem transmisi, dan sistem distribusi. Dalam pengoperasiannya sistem tenaga listrik terdiri dari banyak unit generator yang bekerja secara bergantian sehingga perlu adanya pemilihan unit yang *commit* (digunakan) agar mampu melayani beban tiap waktunya. Idealnya pemanfaatan sistem tenaga listrik harus memperhatikan faktor teknis dan faktor ekonomis karena hal tersebut mempengaruhi biaya operasi dan keuntungan selama pengoperasian sistem [5].

Unit Commitment (UC) adalah penjadwalan produksi daya listrik generator pembangkit listrik pada periode tertentu untuk memenuhi permintaan kebutuhan daya listrik pada rentang waktu dengan tujuan mendapatkan biaya pembangkitan seminimum mungkin. *Unit Commitment* merupakan permasalahan optimasi kombinatorial dan memiliki banyak batasan dengan ruang solusi yang sangat besar dan sulit untuk diselesaikan [5].

Dalam perkembangannya terdapat beberapa metode deterministik yang telah diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan UC, diantaranya *Branch and Bound* (BnB) dan *Dynamic Programming* (DP). Walaupun kedua metode ini mampu menyelesaikan permasalahan optimasi UC dengan baik, tetapi bila ruang solusinya terlalu besar maka waktu dan resource yang dibutuhkan juga semakin besar pula [4].

Kemudian dalam perkembangan selanjutnya dikembangkan suatu penelitian untuk menyelesaikan permasalahan UC dengan pendekatan probabilistik yaitu menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) [8,9,15]. Algoritma PSO merupakan algoritma probabilistik yang diperkenalkan oleh Kenedy dan Eberhart pada tahun 1996 dimana berdasarkan inspirasi mereka algoritma ini terinspirasi dari perilaku sosial gerombolan ikan [14]. Algoritma PSO memiliki kelebihan dalam pengaturan parameternya yang sederhana sehingga sering digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang bersifat optimasi dengan ruang solusi yang besar. Pada kondisi nyata jumlah pembangkit listrik suatu sistem kelistrikan terdiri dari banyak unit dengan spesifikasi dan varian yang berbeda-beda serta terdapat banyak batasan-batasan dalam pengoperasiannya [12]. Karena permasalahan UC akan memiliki ruang solusi yang cukup besar maka sangat sesuai dengan karakteristik masalah yang bisa diselesaikan oleh algoritma PSO.

Akan tetapi pada penelitian yang telah diterapkan untuk permasalahan UC, penggunaan PSO dengan bantuan algoritma perbaikan seperti pada referensi [15] cenderung membatasi proses pencarian solusi optimal pada PSO dan juga membutuhkan komputasi lebih pada proses perbaikan. Sedangkan pada referensi [8,9] penerapan PSO yang dilakukan tidak sesuai dengan teori *Evolutionary Computation* (EC) dimana untuk pencarian solusi kombinasi penjadwalan unit paling optimal dalam beberapa periode waktu harus dilakukan sekaligus dan bukan dicari persatuan periode waktunya. Selain itu EC pada dasarnya adalah metode yang sangat mengandalkan evaluasi fungsi fitness untuk menentukan solusi terbaik, Oleh karena itu untuk menutupi kekurangan yang ada pada penelitian-penelitian sebelumnya

disini penulis akan menggunakan fungsi fitness yang telah disempurnakan untuk menyelesaikan permasalahan UC agar proses pencarian solusi oleh algoritma PSO dapat dimaksimalkan.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang diteliti dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

- a) Bagaimana mengimplementasikan Algoritma *Particle Swarm Optimization* agar dapat menyelesaikan permasalahan *Unit Commitment Problem*?
- b) Bagaimana menerapkan rumus *fitness* yang baik agar pencarian solusi oleh *Particle Swarm Optimization* pada permasalahan *Unit Commitment Problem* dapat dimaksimalkan?
- c) Bagaimana menentukan parameter Algoritma *Particle Swarm Optimization* yang tepat agar menghasilkan menghasilkan penjadwalan *Unit Commitment Problem* yang optimal?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir dengan judul “Particle Swarm Optimization Untuk Permasalahan Unit Commitment Pada Pembangkit Listrik”, yaitu:

- a) Mengimplementasikan Algoritma *Particle Swarm Optimization* pada *Unit Commitment Problem*.
- b) Menerapkan fungsi fitness yang baik agar pencarian solusi oleh *Particle Swarm Optimization* pada permasalahan *Unit Commitment Problem* dapat dimaksimalkan.
- c) Mengetahui dan menganalisis parameter Algoritma *Particle Swarm Optimization* yang tepat untuk menghasilkan penjadwalan *Unit Commitment Problem* yang optimal, yaitu penjadwalan yang menghasilkan biaya ekonomis total paling minimum.

1.4 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir dilakukan pembatasan masalah, agar kajian Tugas Akhir ini tidak terlalu luas atau terlalu dangkal. Batasan masalah yang dilakukan adalah :

- a) Diasumsikan bahwa unit pembangkit dan beban berada dalam kondisi normal yaitu berada pada kondisi pengoperasian terbaiknya.
- b) Jenis istem pembangkit yang menjadi acuan permasalahan adalah sistem pembangkit listrik tenaga *Thermal*.
- c) Output dari sistem adalah jadwal yang merupakan solusi keluaran system yang paling mendekati biaya optimal ekonomi.
- d) Data studi kasus yang terdapat dalam TA ini diperoleh dari [4,15].
- e) Topologi PSO yang digunakan adalah topologi *GlobalBest*.
- f) Representasi solusi yang digunakan adalah representasi biner.

- g) Evaluasi solusi partikel untuk menentukan besar daya yang di hasilkan unit pembangkit menggunakan metode *Economic Dispatch* dengan *lambda iteration* [13].
- h) Kondisi data pembangkit dan permintaan beban mengacu pada daerah dimana pembangkit di daerah turki [1].

1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a) Studi Literatur.
Mencari, mengumpulkan, memahami, serta menganalisis referensi dan literatur yang relevan berkaitan dengan *Unit Commitment* dan Algoritma *Particle Swarm Optimization* dari berbagai paper yang dijadikan rujukan permasalahan sesuai yang tercantum dalam daftar pustaka
- b) Konsultasi.
Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen KK ICM yang lain terkait masalah yang dipecahkan dalam Tugas Akhir ini.
- c) Analisis Data
Tahap ini bertujuan untuk memahami dan mempersiapkan data set sebagai data uji agar siap digunakan sebagai bahan penelitian.
- d) Analisis Kebutuhan dan Perancangan Model.
Tahap ini bertujuan untuk mendeskripsikan apa saja yang diperlukan untuk merancang dan diimplementasikan pada system. Analisis kebutuhan dan perancangan model ini mencakup bagaimana dilakukan pendekatan dalam menerapkan metode tersebut pada permasalahan *Unit Commitment Problem*.
- e) Implementasi.
Aplikasi yang dibangun menggunakan spesifikasi *hardware* sebagai berikut :
 - Prosesor Intel Core 2 Duo E8400 3.01GHz.
 - Hardisk 1,5TB.
 - RAM 4 GB
 - AMD Radeon HD 4850 Graphic 1GB DDR2 256MB.Spesifikasi *software* yang dipakai adalah :
 - Sistem Operasi Windows Seven Professional 64-bit.
 - Matlab R2012a.
 - Ms. Excel 2007
- f) *Testing* dan Analisis Hasil.
 - a. *Testing*
Melakukan pengujian sistem yang telah dibangun menggunakan data uji dengan berbagai *setting* parameter dan skenario pengujian.
 - b. Analisis Hasil
Untuk membuktikan bahwa tingkat performansi sistem yang dibangun telah mencapai tingkat yang baik, maka dilakukan analisis terhadap solusi yang diberikan oleh sistem berdasarkan pada parameter parameter sesuai dengan skenario pengujian yang dilakukan.

- g) Penyusunan laporan
Menyusun laporan dan dokumentasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, serta membuat kesimpulan dari hasil analisis tersebut dengan mengikuti ketentuan yang telah ditetapkan oleh institusi. Laporan yang dibuat antara lain adalah buku Tugas Akhir dan jurnal.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yang meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan
Berisi latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, tahapan penyelesaian masalah yang digunakan, serta sistematika penulisan yang memuat susunan penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bab II Dasar Teori
Bab ini membahas tentang teori-teori yang mendukung yaitu, sistem tenaga listrik, *Unit Commitment Problem* dan Algoritma *Particle Swarm Optimization*.
3. Bab III Perancangan Sistem
Bab ini membahas tentang perancangan sistem untuk membuat aplikasi integrasi Algoritma *Particle Swarm Optimization* pada *Unit Commitment Problem*.
4. Bab IV Implementasi dan Analisa Sistem
Bab ini membahas tentang pengujian sistem & analisis terhadap implementasi Algoritma *Particle Swarm Optimization* pada *Unit Commitment Problem*.
5. Bab V Kesimpulan dan Saran
Bab terakhir ini memberikan kesimpulan hasil penelitian pada Tugas Akhir yang telah dilakukan dan saran terhadap pengembangan ke depan.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Metode *Particle Swarm Optimization* berhasil diimplementasikan dalam penyelesaian masalah *Unit Commitment Problem*.
2. Untuk kasus *Unit Commitment Problem*, pengaturan Velocity dan laju belajar memiliki pengaruh yang signifikan, dan akan menghasilkan solusi baik ketika nilai absolut Velocity minimum lebih kecil dari Velocity maksimum..
3. Dari semua hasil running pengujian metode PSO pada UC, akurasi penjadwalan terhadap *constraint* beban memperoleh hasil yang cukup bagus dengan akurasi rata-rata 97% .
4. Dengan pengaturan parameter yang tepat dan fungsi fitness yang baik, Metode PSO akan mampu memberikan solusi dengan biaya ekonomis UC *Problem* lebih baik dari metode algoritma probabilistik lain yang pernah digunakan dalam penelitian sebelumnya.
5. Berdasarkan hasil pengujian, solusi terbaik dihasilkan dengan pengaturan parameter jumlah partikel 10, V_{min} -6, V_{max} 7, laju belajar individu 6 dan laju belajar sosial 6.

5.2 Saran

Saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut diantaranya :

1. Perlu adanya alternatif representasi solusi selain biner untuk *Unit Commitment Problem*.
2. Perlu adanya alternatif dari perhitungan penalti *constraint* pada *Unit Commitment Problem* terutama untuk *constraint* minimum *UP and Down*.
3. Perlu diteliti metode perhitungan *Economic Dispatch* yang lebih efektif selain *lambda iteration*.
4. Perlu diteliti metode untuk menentukan titik jenuh dalam proses pencarian solusi, agar memungkinkan menghilangkan proses komputasi yang tidak perlu.

6 DAFTAR PUSTAKA

[1]	A. Sima Uyar, 2008, " <i>Evolutionary Algorithms for the Unit Commitment Problem</i> ", Turk J Elec Engin, Vol. 16, No. 3.
[2]	Angga. Wisnu, 2012, " <i>Analisis & Implementasi Unit Commitment Problem Menggunakan Algoritma Genetik</i> " Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom, Bandung, Indonesia.
[3]	Chen. Enxiu, Li. Jianqing, Liu. Xiyu, 2011, " <i>In Search of the Essential Binary Discrete Particle Swarm</i> ", Applied Soft Computing 11 (2011) 3260-3569
[4]	J. Valenzuela and A. E. Smith, 2002, " <i>A seeded memetic algorithm for large unit commitment problems</i> ", J. Heuristics, Vol. 8, No. 2, pp. 173–195.
[5]	L. Beledé, A. Jain and R.R Gaddam, 2009, " <i>Unit Commitment with Nature and Biologically Inspired Computing</i> ", Hyderabad, Centre for Power Systems International Institute of Information Technology.
[6]	Li. Xiaodong, P. Andries, 2007, <i>Particle Swarm Optimization - an introduction and its recent developments</i> , GECCO'07, London, England, United Kingdom.
[7]	Marco A. Montes de Oca, 2007, <i>Particle Swarm Optimization Introduction</i> , IRIDIA-CoDE, Universite Libre de Bruxelles (U.L.B).
[8]	Puri. Vinod, 2009, Unit Commitment Using Particle Swarm Optimization, Electrical and Instrumentation Engineering Department, THAPAR University, PATIALA-147004.
[9]	Puri. Vinod, Narang. Nitin, S.K. Jain, Y.K. Chauhan, 2012, Unit Commitment Using Particle Swarm Optimization, BIOINFO Computational Optimization , Volume 2, Issue 1, 2012, pp.-09-016.
[10]	S.A. Kazarlis, A.G. Bakirtzis, and V. Petridis, 1996, " <i>A genetic algorithm solution to the unit commitment problem</i> ", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 11, No. 1, pp. 83-90.
[11]	Sedighzadeh. Davoud, Masehian. Ellips, " <i>Particle Swarm Optimization Methods, Taxonomy and Applications</i> ", International Journal of Computer Theory and Engineering, Vo, 1, No. 5, 1793-8201.
[12]	Seyed Hamid Hosseini, Amin Khodaei and Farrokh Aminifar, 2007, " <i>A Novel Straightforward Unit Commitment Method for Large-Scale Power Systems</i> ", IEEE Trans. on Power Systems, vol.22, no.4, pp.2134-2143.
[13]	Sidarjanto, <i>Materi Kuliah Operasi Optimum Sistem Tenaga</i> , ITS, Surabaya.
[14]	Suyanto, 2010, <i>Algoritma Optimasi: Deterministik atau Probabilistik</i> , Graha Ilmu.
[15]	V.S. Pappala, I. Elrich, 2008, " <i>A New Approach for Solving the Unit Commitment Problem by Adaptive Particle Swarm Optimization</i> ", Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 2008 IEEE.