

PERMASALAHAN UNIT COMMITMENT MENGGUNAKAN CAT SWARM OPTIMIZATION

Heri Simbolon¹, Ade Romadhony², Mahmud Dwi Suliyo³

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 Cat Swarm Optimization yang menggunakan biner sebagai representasi solusinya dan terbukti mampu memberikan solusi biaya ekonomi yang optimum dalam penjadwalan 4 unit dengan 8 periode waktu yaitu sebesar \$74.808. Selain itu juga dengan pengaturan parameter yang tepat metode ini mampu menghasilkan rata-rata akurasi seluruh constraint diatas 97%. Ini menunjukkan bahwa Cat Swarm Optimization merupakan metode yang tepat dalam menyelesaikan Unit Commitment Problem.

Kata Kunci : Unit Commitment Problem, Cat Swarm Optimization, Constraint

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 Cat Swarm Optimization algorithm with binary as representation of solution and has been proved to be able to deliver solution with good optimum economic dispatch cost. In scheduling 4 units with 8 demand period the method deliver best solution with \$74,808 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 Cat Swarm Optimization is an appropriate method in solving Unit Commitment Problem.

Keywords : Unit Commitment Problem, Cat Swarm Optimization, Constarint

Telkom
University

1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemakaian tenaga listrik dapat naik turun sebanding dengan besar kecilnya kegiatan dilakukan oleh manusia dalam periode tertentu. Untuk memenuhi kebutuhan listrik yang selalu berubah-ubah dalam periode waktu tertentu, maka perlu dibuat penjadwalan pembangkit unit-unit tenaga listrik

Dalam pembangkit tenaga listrik terdapat komponen yang bekerja bersama-sama, dalam pengoperasiannya terdapat banyak unit generator yang bekerja. Unit generator yang bekerja dibuat secara bergantian agar ada masa istirahat generator-generator tersebut, dengan demikian perlu adanya penjadwalan untuk mengatur pergantian generator tersebut sehingga pemilihan unit yang *commit* dapat dilaksanakan dengan baik [6]. Pemilihan unit yang *commit* diharapkan mampu melayani beban listrik tiap waktunya, namun harus memperhatikan faktor teknis dan faktor ekonomis karena hal ini mempengaruhi biaya operasi dan keuntungan selama pengoperasian sistem.

Unit Commitment merupakan usaha untuk mengkoordinasikan pengoperasian unit-unit pembangkit tenaga listrik dalam meyalurkan aliran listrik yang selalu berubah-ubah pada waktu tertentu, misalnya dengan mematikan beberapa pembangkit disaat kebutuhan pemakaian menurun dan sebaliknya menghidupkan beberapa pembangkit disaat kebutuhan pemakaian listrik meningkat.

Setiap pembangkit mempunyai biaya *start-up* yang dibebankan bila pembangkit tersebut diaktifkan, biaya satuan untuk menghasilkan tenaga listrik, dan kapasitas maksimal yang bisa dihasilkan oleh pembangkit tersebut. Pada persoalan *unit commitment*, yang dicari adalah pembangkit mana yang harus diaktifkan dan berapa tenaga yang harus dihasilkan bila terjadi suatu permintaan. Dengan menerapkan *unit commitment* diharapkan dapat mengefisiensikan daya listrik dan menghemat biaya operasional.

Metode yang sudah pernah dipakai untuk menyelesaikan *Unit Commitment* adalah *Particle Swarm Optimization (PSO)*. Dalam penelitian ini, algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *unit commitment* adalah algoritma

baru bagian dari *Swarm Intelligence*. Algoritma tersebut bernama *Cat Swarm Optimization* (CSO). Pemilihan algoritma dalam menyelesaikan permasalahan *unit commitment* berdasarkan pada kecocokan dalam menangani kasus optimasi, dalam hal ini Algoritma CSO cocok untuk menyelesaikan permasalahan optimasi *unit commitment*. CSO diusulkan oleh Shu Chuan Chu dan rekan-rekannya tahun 2006 [7]. Shu Chuan Chu dan Pei-Wei Tsai 2006 membagi algoritma CSO ke dalam dua sub model yang berdasar dari dua perilaku utama kucing, yaitu "seeking mode" dan "tracing mode". Algoritma PSO yang sudah pernah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Unit Commitment* memiliki rata-rata akurasi semua pengukuran terhadap *constraint* MinUp dan MinDown sebesar 97,53% dan Akurasi Demand sebesar 95.64% [5]. *Particle Swarm Optimization* (PSO) cenderung menemukan solusi paling optimum namun bila dibandingkan dengan *Cat Swarm Optimization* (CSO), CSO memiliki keunggulan dibanding dengan PSO yaitu CSO memiliki performansi yang lebih baik dalam menemukan solusi global terbaik [1].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada tugas akhir ini:

- a. Bagaimana meminimumkan biaya operasional pembangkit listrik pada permasalahan *Unit Commitment* dengan mengimplementasikan algoritma *Cat Swarm Optimization*?
- b. Bagaimana mendapatkan *Cat Swarm Optimization* yang optimal dengan mengobservasi nilai dari parameter-parameternya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang terdapat pada tugas akhir ini adalah:

- a. Diasumsikan pembangkit listrik dalam keadaan yang baik
- b. Jenis pembangkit listrik merupakan pembangkit listrik tenaga *Thermal*
- c. Output dari penelitian ini merupakan sistem yang mendekati solusi paling optimum

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

- a. Mengimplementasikan algoritma *Cat Swarm Optimization* untuk menyelesaikan masalah *Unit Commitment*
- b. Mengetahui dan menganalisis parameter Algoritma *Cat Swarm Optimization* yang tepat untuk menghasilkan penjadwalan generator yang optimal, yaitu penjadwalan yang menghasilkan biaya ekonomis total paling minimum tanpa melanggar *constraint* yang ada.

1.5 Hipotesa

Dalam permasalahan *Unit Commitment* salah satu algoritma yang sudah pernah digunakan untuk menyelesaikannya adalah PSO (*Particle Swarm Optimization*). Dalam tugas akhir ini digunakan algoritma CSO (*Cat Swarm Optimization*) untuk menyelesaikan permasalahan *Unit Commitment*. Algoritma CSO memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan algoritma PSO (*Particle Swarm Optimization*). CSO (*Cat Swarm Optimization*) memiliki kecepatan yang lebih cepat dan mampu menemukan solusi global yang lebih baik. [3]

1.6 Metodologi Penyelesaian

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 *Cat 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 mendeskripsikan apa saja yang diperlukan untuk merancang dan diimplementasikan pada sistem. Analisis kebutuhan dan perancangan model ini mencakup bagaimana dilakukan pendekatan dalam menerapkan metode tersebut pada permasalahan *Unit Commitment*.

e. Implementasi.

Aplikasi yang dibangun menggunakan spesifikasi *hardware* sebagai berikut :

- 1) Prosesor Intel Core 2 Duo E4500 2.20 Ghz.
- 2) RAM 2 GB
- 3) NVIDIA GeForce 8600GT DDR3 512MB

Spesifikasi *software* yang dipakai adalah :

- 1) Sistem Operasi Windows XP 2 32-bit.
- 2) Matlab R2009a.
- 3) Microsoft Office 2007

f. *Testing* dan Analisis Hasil.

1) *Testing*

Melakukan pengujian sistem yang telah dibangun menggunakan data uji dengan berbagai *setting* parameter dan skenario pengujian.

2) 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

1.7 Sistematika Penulisan

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

- a. 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.
- b. Bab II Dasar Teori
Bab ini membahas tentang teori-teori yang mendukung yaitu, sistem tenaga listrik, *Unit Commitment Problem* dan Algoritma *Cat Swarm Optimization*.
- c. Bab III Perancangan Sistem
Bab ini membahas tentang perancangan sistem untuk membuat aplikasi integrasi Algoritma *Cat Swarm Optimization* pada *Unit Commitment Problem*.
- d. Bab IV Implementasi dan Analisa Sistem
Bab ini membahas tentang pengujian sistem & analisis terhadap implementasi Algoritma *Cat Swarm Optimization* pada *Unit Commitment Problem*.
- e. 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 sebagai berikut

- a) Metode *Cat Swarm Optimization* berhasil diimplementasikan dalam penyelesaian permasalahan *Unit Commitment*
- b) Dalam penyelesaian permasalahan *Unit Commitment* menggunakan algoritma *Cat Swarm Optimization*, pengaturan nilai SMP, CDC, MR memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil yang dicapai.
- c) Dari hasil pengujian pada skenario 1, rata-rata akurasi penjadwalan terhadap *constraint* beban memperoleh hasil yang bagus yaitu minimal sebesar 95%. Namun pada skenario 2 akurasi rata-rata penjadwalan terhadap *constraint* tidak terlalu bagus, terlihat masih banyaknya terdapat akurasi dibawah 95%. Hal ini disebabkan ruang solusi pada skenario 2 sebesar 2^{240} jauh lebih besar daripada skenario 1 yaitu sebesar 2^{32} , pada ruang solusi yang sangat besar, kesalahan kecil saja dapat menyebabkan hasil yang buruk.
- d) Dengan pengaturan parameter yang tepat, metode *Cat Swarm Optimization* akan mampu memberikan solusi yang optimum yaitu solusi yang menemukan biaya minimal tanpa melanggar *constraint-constraint* yang ada dalam permasalahan *Unit Commitment*.
- e) *Cat Swarm Optimization* lebih baik dibandingkan *Particle Swarm Optimization* dalam mencapai set solusi global dengan data yang memiliki ruang solusi yang tidak terlalu besar, yaitu solusi yang memiliki akurasi Demand, akurasi Sreserve, akurasi MinUp dan MinDown sebesar 100% dan biaya yang minimum.

- f) Dari pengujian yang dilakukan, solusi terbaik yang ditemukan pada skenario 1 menggunakan parameter $N=10$, $SMP=5$, $CDC=0.8$, $MR=0.2$ dengan hasil Fitness Terbaik = 0.9866326, Akurasi *Demand* = 100%, Akurasi *SReserve* = 100%, Akurasi *MinUP* dan *MinDown* =100% dan dengan Biaya total = 75552.4575. Sementara untuk skenario 2, solusi terbaik yang ditemukan menggunakan parameter $N=10$, $SMP=10$, $CDC=1$, $MR=0.2$ dengan hasil Fitness Terbaik = 0.5789954, Akurasi *Demand* = 96.71%, Akurasi *SReserve* = 71.66%, Akurasi *MinUP* dan *MinDown* =97% dan dengan Biaya total = 588710.9556

5.2 Saran

Saran-saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a) Perlu adanya alternatif dari perhitungan penalti *constraint* pada permasalahan *Unit Commitment* terutama untuk *constraint* MinUp dan MinDown.
- b) Perlu adanya alternatif representasi solusi selain biner untuk permasalahan *Unit Commitment*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Angga Firdy Senatrio. Wisnu 2012, "Analisis & Implementasi Unit Commitment Problem Menggunakan Algoritma Genetika", Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom, Bandung, Indonesia.
- [2] Azizah. Nurul, 2011, "*Implementasi Algoritma Cat Swarm Optimization untuk Optimasi Pengepakan Barang*", Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom, Bandung, Indonesia
- [3] Hwang, Jong-Ching. dkk, 2010, "*CSO Algorithm for Economic Dispatch Decision of Hybrid Generation Sistem*", WSEAS international conference on applied informatics and communications, Taipei.
- [4] J. Valenzuela, A. E. Smith, 2002, "*A Seeded Memetic Algorithm For Large Unit Commitment Problems*", Journal of Heuristics, Vol. 8, No. 2, pp. 173–195.
- [5] Krisnandi. Irnanto, 2012, "*Particle Swarm Optimization Untuk Permasalahan Unit Commitment Pada Pembangkit Listrik*", Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom, Bandung, Indonesia.
- [6] Mulyadi. Yadi, *Materi Kuliah Operasi Sistem Tenaga Listrik*, UPI, Bandung.
- [7] Shu-Chuan Chu, Pei-Wei Tsai, 2007, "*Computational Intelligence Based On The Behavior Of Cats*", ICIC International, Vol.3 No. 1
- [8] Sidarjanto, *Materi Kuliah Operasi Optimum Sistem Tenaga*, ITS, Surabaya.
- [9] Suyanto, 2010, *Algoritma Optimasi : Deterministik atau Probabilistik*, Graha Ilmu.
- [10] V.S. Pappala, I. Elrich, 2008, "*A New Approach for Solving the Unit Commitment Problem by Adaptive Particle Swarm Optimization*", Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 2008 IEEE.