

BINARY DIFFERENTIAL EVOLUTION UNTUK PERMASALAHAN UNIT COMMITMENT PADA PEMBANGKIT LISTRIK

Aditya Darmawan¹, Bambang Pudjoatmodjo², 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 metode Differential Evolution 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 \$74,451. Selain itu juga dengan pengaturan parameter yang tepat metode ini mampu menghasilkan rata-rata akurasi sebetulnya constraint diatas 98.5%. Ini menunjukkan bahwa Differential Evolution merupakan metode yang tepat dalam menyelesaikan Unit Commitment Problem.

Kata Kunci : Unit Commitment Problem, Differential Evolution, 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 Differential Evolution 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 \$74,451 production cost. Also with the right parameters setting, this method capable of delivering solution with average accuracy above 98.5% over every operational constraints. This shows the Differential Evolution is an appropriate method in solving Unit Commitment Problem.

Keywords : Unit Commitment Problem, Differential Evolution, binary, constraint, 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 pengoperasian-nya 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 [4].

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 [4].

Dalam perkembangannya ada beberapa metode yang digunakan dalam menangani masalah ini, antara lain adalah daftar skala prioritas (*Priority List*), metode *Branch and Bound* dan metode *Dynamic Programming*. Metode metode ini dapat menemukan solusi yang optimal untuk jumlah unit pembangkit yang kecil namun pada jumlah unit pembangkit yang jumlahnya cukup besar akan membutuhkan perhitungan matematis yang kompleks sehingga membutuhkan waktu komputasi yang lama dan ruang memori yang besar [1,4], selain itu terdapat pula kesulitan untuk membuat formulasi yang tepat untuk memodelkan batasan batasan (*constraint*) yang ada pada *Unit Commitment Problem* [5]. Metode lain yang dipakai adalah pendekatan *Lagrangian Relaxation*. Metode ini membutuhkan waktu penyelesaian yang lebih pendek bila dibandingkan dengan *Dynamic Programming*, namun metode ini sangat sensitif terhadap pengali *Lagrange*, sehingga dengan bertambahnya pengali *Lagrange* sulit dicari solusinya. Kekurangan yang lain adalah mengenai konvergensi numeric dan kualitas dari solusi masalah [4,5].

Kemudian dalam perkembangan selanjutnya, dikembangkan suatu penelitian untuk menyelesaikan permasalahan *Unit Commitment* dengan pendekatan yang baru, yaitu menggunakan algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan algoritma yang pertama kali dihadirkan oleh John Holland, dimana algoritma ini terinspirasi oleh teori evolusi yang dicetuskan oleh Charles Darwin. Algoritma genetika merupakan algoritma yang sangat cocok dalam menyelesaikan masalah yang bersifat optimasi karena fleksibilitas dan efisiensinya. Pada kondisi nyata dimana jumlah pembangkit suatu sistem kelistrikan terdiri dari banyak unit pembangkit, *Unit Commitment Problem* akan memiliki ruang solusi yang cukup besar sehingga sangat sesuai dengan karakter masalah yang bisa diselesaikan oleh algoritma genetika. Selain itu, batasan batasan (*constraint*) yang ada pada *Unit Commitment Problem* bisa lebih mudah diaplikasikan dengan algoritma genetika.

Namun Algoritma yang bersifat probalistik dan tidak terarah membuat permasalahan UC susah untuk diselesaikan. Permasalahan lainnya ialah prematur, yaitu

suatu kondisi pada saat sebuah populasi pada algoritma genetika mencapai suatu keadaan di mana sebagian besar operator operator tidak lagi menghasilkan keturunan dari *parent*-nya. Hal tersebut terjadi karena solusi - solusi dalam populasi konvergen terlalu cepat sebelum daerah pencarian algoritma genetika mendekati daerah global optimum. UC mempunyai karakteristik sebagai masalah yang memerlukan Optimasi DE sebagai salah satu algoritma genetika yang menggunakan pencarian semi terarah akan mampu untuk menyelesaikan permasalahan ini.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang diteliti dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

- Bagaimana mengimplementasikan Algoritma Differential Evolution agar dapat menyelesaikan permasalahan *Unit Commitment Problem*?
- Bagaimana menerapkan rumus *fitness* yang baik agar pencarian solusi oleh *Differential Evolution* pada permasalahan *Unit Commitment Problem* dapat dimaksimalkan?
- Bagaimana menentukan parameter Algoritma *Differential Evolution* yang tepat agar menghasilkan menghasilkan penjadwalan *Unit Commitment Problem* yang optimal?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir dengan judul “Differential Evolution Untuk Permasalahan Unit Commitment Pada Pembangkit Listrik”, yaitu:

- Mengimplementasikan Algoritma *Differential Evolution* pada *Unit Commitment Problem*.
- Menerapkan fungsi *fitness* yang baik agar pencarian solusi oleh *Differential Evolution* pada permasalahan *Unit Commitment Problem* dapat dimaksimalkan.
- Mengetahui dan menganalisis parameter Algoritma *Differential Evolution* 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 :

- Diasumsikan bahwa unit pembangkit dan beban berada dalam kondisi normal yaitu berada pada kondisi pengoperasian terbaiknya.
- Jenis sistem pembangkit yang menjadi acuan permasalahan adalah sistem pembangkit listrik tenaga *Thermal*.
- Keluaran dari sistem adalah jadwal yang merupakan solusi keluaran system yang paling mendekati biaya optimal ekonomi.
- Data studi kasus yang terdapat dalam TA ini diperoleh dari [4,15].

- e) Di asumsikan tidak ada pengetahuan apapun mengenai masalah yang akan diselesaikan.
- f) Representasi solusi yang digunakan adalah representasi biner.
- g) Evaluasi solusi individu 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].
- i) Skema DE yang dipakai adalah skema DE 2

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 *Differential Evolution* 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 i7- 3517u 1.9GHz ~ 2.4 Ghz.
 - Hardisk 750 GB.
 - RAM 8 GB
 - Nvidia GEFORCE GT 635M Graphic 2 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 *Differential Evolution*.
3. Bab III Perancangan Sistem
Bab ini membahas tentang perancangan sistem untuk membuat aplikasi integrasi Algoritma *Differential Evolution* pada *Unit Commitment Problem*.
4. Bab IV Implementasi dan Analisa Sistem
Bab ini membahas tentang pengujian sistem & analisis terhadap implementasi Algoritma *Differential Evolution* 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 *Differential Evolution* berhasil diimplementasikan dalam penyelesaian masalah *Unit Commitment Problem*.
2. Untuk kasus *Unit Commitment Problem*, pengaturan parameter bergantung pada dimensi dari masalah . Namun Semakin besar F memiliki pengaruh pada *Fitness* yang makin membaik. Sedangkan jumlah Populasi cross maupun lamda menyesuaikan dengan masalah.
3. Dari semua hasil running pengujian metode DE pada UC, akurasi penjadwalan terhadap *constraint* beban memperoleh hasil yang cukup bagus dengan akurasi rata-rata 98.5% .
4. Dengan pengaturan parameter yang tepat dan fungsi fitness yang baik, Metode DE akan mampu memberikan solusi dengan biaya ekonomis UC *Problem* lebih baik dari metode algoritma probabilistik lain yang pernah digunakan dalam penelitian sebelumnya.
5. DE bagus untuk masalah berdimensi kecil namun kurang baik untuk menyelesaikan masalah berdimensi besar. DE juga bagus untuk melakukan eksploitasi namun kurang baik untuk melakukan eksplorasi karena sifat DE yang bersifat Semi Terarah
6. Berdasarkan hasil pengujian, solusi terbaik dihasilkan dengan pengaturan parameter jumlah individu 100, Cross over 0.5, besar F 2, besar λ 0,25.

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 Skema DE yang lebih baik untuk menyelesaikan masalah UC sehingga DE tidak terjebak pada optimum Lokal.

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]	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.
[4]	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.
[5]	Marco A. Montes de Oca, 2007, <i>Particle Swarm Optimization Introduction</i> , IRIDIA-CoDE, Universite Libre de Bruxelles (U.L.B).
[6]	Mulyanto Edy and Sutojo T ,2010, Kecerdasan Buatan, ANDI
[7]	Puri. Vinod, 2009, Unit Commitment Using Particle Swarm Optimization, Electrical and Instrumentation Engineering Department, THAPAR University, PATIALA-147004.
[8]	Price Kenneth and Price Storn ,” Differential Evolution A Practical Approach to Global Optimization ,Springer.
[9]	Price Kenneth and Price Storn ,” Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces” , Journal of Global Optimization 1997 page 341–359.
[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 method, 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]	Suyanto, 2007, <i>Evolution Computation</i> , Informatika.
[16]	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.