

MENGGUNAKAN ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO) DAN TABU SEARCH UNTUK MENYELESAIKAN PERMASALAHAN PENJADWALAN JOB SHOP

Putri Anita Utami¹, Suyanto^{2, 3}

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Job Shop merupakan permasalahan yang krusial pada industri manufaktur. Perusahaan bisa mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi dengan membuat sebuah jadwal dengan waktu pengerjaan semua job yang paling minimum. Namun, job shop merupakan permasalahan optimasi kombinatorial dengan ruang solusi yang sangat besar dan sulit untuk diselesaikan.

Berbasis kepada hal tersebut, tujuan dari tugas akhir ini adalah menggunakan algoritma Ant Colony Optimization yang cocok untuk permasalahan kombinatorial yang mampu menghasilkan solusi optimum dalam waktu yang dapat diterima. Solusi yang dihasilkan oleh ACO secara acak akan diperbaiki oleh Tabu Search. Selain itu tabu list pada Tabu Search akan membantu semut untuk menghindari solusi buruk yang pernah dibangkitkan.

Hasil penelitian memperlihatkan ACO yang telah dimodifikasi dari model ACO yang sudah ada memberikan akurasi rata-rata diatas 80% untuk semua dataset yang digunakan, sedangkan ACO yang digabungkan dengan TS mampu memberikan akurasi rata-rata diatas 90%.

Kata Kunci : Job Shop, Ant Colony Optimization, Tabu Search, tabu list

Abstract

Job Shop is a crucial problem of manufacture industry. The company can reduce cost of production and increase the efficiency by making a schedule with minimum completion time. But, jobshop is a combinatorial optimization problem with a large solution space and difficult to solve.

Base on those problem, the purpose of this final task is to use Ant Colony Optimization Algorithm that suitable for combinatorial problem that can give an optimum solution as the result in acceptable time. The solutions of ACO that generated randomly will be improved by Tabu Search. Beside that, tabu list on Tabu Search will help the ants to avoid bad solutions that have been generated.

The results show that ACO modified from the previous ACO model gives average accuracy above 80% for all dataset used, whereas ACO that combined with TS can give average accuracy above 90%.

Keywords : Job Shop, Ant Colony Optimization, Tabu Search, tabu list

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Kontributor utama dalam pengembangan pasar kompetitif adalah perusahaan manufaktur. Masalah yang banyak ditemui adalah penjadwalan, perusahaan manufaktur memerlukan jadwal yang baik. Penjadwalan adalah alokasi sumber daya untuk kegiatan dari waktu ke waktu. Penjadwalan dianggap menjadi tugas utama dilakukan untuk membenahi produktifitas perusahaan.

Perusahaan dituntut untuk menekan biaya produksi dengan waktu pengerjaan yang singkat, sehingga membutuhkan suatu system penjadwalan yang baik dengan mengurutkan pengerjaan yang optimal berdasarkan kriteria tertentu.

Penjadwalan Job Shop sangat berperan untuk mendapatkan solusi yang paling optimal pada ukuran performansi system produksi perusahaan. Pada tugas akhir ini, akan focus pada waktu penyelesaian *job (makespan)*.

Ant Colony Optimization (ACO) merupakan sebuah metode meta-heuristic yang dikembangkan untuk menemukan solusi dari permasalahan optimasi seperti kasus penjadwalan. Colorni, Dorigo, and Maniezzo (1991) memperkenalkan pertama kali algoritma ini. Stuetzle (1998) menggunakan algoritma ini untuk menyelesaikan masalah penjadwalan *flowshop* dengan tujuan untuk meminimalkan *makespan*.

Metode *Local Search* merupakan salah satu bagian dari ACO yang menentukan kualitas solusi yang dihasilkan. Pada tugas akhir ini, digunakan Tabu Search sebagai metode *local search* pada algoritma ACO untuk menyelesaikan masalah penjadwalan *jobshop*. *Tabu Search* (TS) adalah suatu pendekatan meta-heuristik yang untuk pertama kalinya diusulkan oleh Glover (1986) yang merupakan sebuah metode optimasi matematis yang termasuk ke dalam *local search*. *Tabu Search* memperbaiki performansi *local search* dengan memanfaatkan penggunaan struktur memori, yang dapat menjaga pencarian solusi terjebak pada solusi optimum lokal.

Tujuan dari penjadwalan ini adalah untuk meminimalkan *makespan*. Metode ini menggunakan *tabu list* untuk menyimpan sekumpulan solusi yang telah dievaluasi. Jika solusi tersebut terdapat pada *tabu list*, maka tidak akan dievaluasi untuk iterasi selanjutnya. Pencarian solusi dengan menggunakan ACO akan lebih terarah dengan menggunakan TS, karena *tabu list* akan menyimpan solusi yang buruk, sehingga semut dapat menghindari solusi yang buruk dalam proses pencarian.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang menjadi objek dari tugas akhir ini, terdiri atas :

- a. Bagaimana cara mencari waktu penyelesaian *job (makespan)* yang minimal pada penjadwalan *Job Shop* dengan kombinasi jadwal yang sangat banyak?
- b. Bagaimana menerapkan algoritma *Ant Colony Optimization* yang dipadukan dengan *Tabu Search* pada masalah penjadwalan *Job Shop* agar mendapatkan solusi yang lebih optimal?

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, objek penyelesaian dibatasi dengan ruang lingkup sebagai berikut :

- a) Tipe permasalahan *job shop* statis, dimana:
 - Terdapat m mesin yang harus memproses n *job* secara tuntas
 - Terdapat serangkaian operasi dari sebuah *job*. Tiap operasi yang ada sudah ditetapkan akan diproses di mesin tertentu
 - Setiap operasi memiliki waktu pemrosesan yang telah ditetapkan sebelumnya.
- b) Sebuah mesin hanya diperbolehkan memproses sebuah operasi satu kali
- c) Rangkaian proses operasi dalam sebuah *job* sudah terurut, sehingga pada saat proses berlangsung tidak boleh dihentikan sebelum benar-benar selesai.

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini, yaitu :

1. Mengimplementasikan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) yang dipadukan dengan *Tabu Search* pada kasus penjadwalan *job shop* untuk mendapatkan *makespan* yang minimal dan dengan waktu eksekusi yang cepat.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan *Tabu Search* untuk menghasilkan solusi optimal.

1.4. Hipotesa

Ant Colony Optimization (ACO) yang dipadukan dengan *Tabu Search* akan menghasilkan sebuah *makespan* yang minimal pada kasus *Job Shop Scheduling*.

1.5. Metodologi Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu :

- a) Studi Literatur, yaitu dengan mempelajari literatur-literatur yang ada sesuai dengan permasalahan meliputi :
 1. Konsep dari *Job Shop Scheduling Problem*
 2. Konsep dari Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO)
 3. Konsep dari *Tabu Search*
 4. Konsep pendukung lainnya
- b) Analisis dan Perancangan Kebutuhan Sistem
Merancang sistem berupa perangkat lunak yang menerapkan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dan *Tabu Search* pada permasalahan penjadwalan *Job Shop* untuk mendapatkan waktu penyelesaian *job* (*makespan*) yang minimal.
- c) Implementasi Sistem
Melakukan coding menggunakan *tools* MATLAB untuk membangun sistem yang sesuai dengan rancangan pada tahap sebelumnya.
- d) Uji Coba dan evaluasi terhadap sistem

Pada tahap uji coba dan evaluasi dilakukan pengujian terhadap perangkat lunak yang telah dibuat, apakah sudah sesuai dengan yang telah dirancang pada tahap sebelumnya.

- e) Analisis hasil pengujian
Melakukan analisis terhadap pengaruh digunakannya *Tabu Search* untuk mengoptimasi *Ant Colony Optimization (ACO)* dalam mencari solusi yang optimal.
- f) Penyusunan laporan tertulis
Tahap akhir dari proses pembuatan tugas akhir ini adalah penyusunan laporan secara menyeluruh dari semua kegiatan yang telah dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Pendahuluan

Bab ini menguraikan tugas akhir ini secara umum, meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, hipotesa awal, dan metode penyelesaian masalah.

2. Landasan Teori

Bab ini membahas mengenai uraian teori yang berhubungan dengan *Job Shop*, algoritma *Ant Colony Optimization*, dan *Tabu Search*.

3. Analisis Perancangan dan Implementasi

Bab ini berisi analisis kebutuhan dari system dan masalah-masalah yang ada di dalamnya. Hasil analisis ini dituangkan ke dalam suatu system pemodelan secara terstruktur. Dari tahap analisis kemudian dilanjutkan ke tahap perancangan dan implementasi.

4. Pengujian dan Analisis Hasil Percobaan

Bab ini membahas mengenai pengujian hasil implementasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil implementasi dengan data aslinya. Tahap pengujian dilanjutkan dengan tahap analisis hasil pengujian.

5. Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari penulisan Tugas Akhir ini dan saran-saran yang diperlukan untuk pengembangan lebih lanjut.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan implementasi, pengujian dan analisis, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Algoritma *Ant Colony Optimization* mampu memecahkan kasus *job shop* dengan akurasi rata-rata di atas 80%.
2. *Tabu search* cocok dipadukan dengan ACO karena dapat meningkatkan performansi ACO dalam hal solusi yang dihasilkan (*makespan*, akurasi, dan waktu eksekusi)
3. *Modifikasi solusi yang dilakukan oleh Tabu search* membuat semut menghindari solusi yang lebih buruk, sehingga semut generasi selanjutnya akan memilih solusi yang baik saja.

5.2 Saran

Setelah menyelesaikan proses pengerjaan tugas akhir ini, maka saran untuk bisa mengembangkan sistem menjadi lebih baik adalah mencoba menerapkan algoritma *local search* lain untuk memperbaiki solusi ACO seperti *k-opt*, dan sebagainya.

Daftar Pustaka

- [1] Suyanto. 2010. Algoritma Optimasi (Deterministik atau Probabilistik). Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [2] Dorigo, Marco. 2005. Ant Colony Optimization And Local Search For The Probabilistic Traveling Salesman Problem: A Case Study In Stochastic Combinatorial Optimization.
- [3] Eswaramurthy, V.P. 2009. Hybridization of Ant Colony Optimization Strategies in Tabu Search for Solving Job Shop Scheduling Problems.
- [4] Lestan, Z., Brezocnik, M., Buchmeister, B., Brezovnik, S., and Balic, J. 2009. "Solving The Job-Shop Scheduling Problem With A Simple Genetic Algorithm". *Int j simul model* 8, 4:197-205.
- [5] Hertz, Alain., Taillard, Eric., Werra, Dominique de. A Tutorial On Tabu Search.
- [6] Panggabean, Henry P. Penjadwalan Job Shop Statik Dengan Algoritma Tabu Search.
- [7] Saidah, Naifuna Hidayatus., Er, Mahendrawati, Ph.D., and Soelaiman, Rully, M.Kom. 2009. "Implementasi Algoritma Optimasi Bee Colony Optimization untuk Penjadwalan Job Shop". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [8] Sahputra, Iwan Halim. 2009. *Tabu Search* Sebagai *Local Search* Pada Algoritma *Ant Colony* Untuk Penjadwalan Flowshop.
- [9] Sivakumar, Iyer Appa., Chong, Chin Soon., Gay, Kheng Leng., and Low, Malcolm Yoke Hean. 2006. "A Bee Colony Optimization Algorithm to Job Shop Scheduling". *IEEE* 1-4244-0501-7/06: 1954-1961.
- [10] Blum, Christian., Sampels, Michael. 2004. An Ant Colony Optimization Algorithm for Shop Scheduling Problems
- [11] Suyanto. 2008. Evolutionary Computation Komputasi Berbasis "Evolusi" dan "Genetika". Bandung: Informatika Bandung.
- [12] Maharani, Warih. 2011. Analisis Algoritma Hybrid Ant Colony Optimization (ACO) Dan Local Search Untuk Optimasi Pematangan Bahan Baku.
- [13] Leksono, Agung. 2009. Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) Untuk Menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP).
- [14] Pertiwi, Anggi Putri. 2011. Penjadwalan Job Shop Menggunakan Algoritma Bee Colony Optimization dan Tabu Search.
- [15] Duan, Lei. 2003. Applying Systematic Local Search To Job Shop Scheduling Problem.