

PENERAPAN ALGORITMA KELELAWAR PADA MASALAH PEMOTONGAN BAHAN

Mugna Drajat¹, Agung Toto Wibowo², Mahmud Dwi Suliyo³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Masalah pemotongan bahan dua dimensi non-guillotine sering terjadi pada banyak industri tekstil, dimana sebuah stock persegi panjang harus dipotong menjadi potongan kecil dengan ukuran dan jumlah yang berbeda-beda. Masalah ini termasuk masalah kombinatorial dengan ruang solusi yang besar dan sulit untuk diselesaikan.

Pada tugas akhir ini digunakan algoritma kelelawar yang merupakan algoritma optimasi metaheuristik dan termasuk kedalam swarm intelligent. Algoritma ini terinspirasi dari peristiwa echolocation pada microbats. Algoritma ini dikembangkan berdasarkan kelebihan dari penentuan posisi dengan menggunakan velocity pada algoritma particle swarm optimization (PSO) dan cooling schedule pada algoritma simulated annealing (SA) sehingga proses pencarian yang dilakukan tidak hanya eksplorasi (global search) tetapi juga eksploitasi (local search).

Hasil percobaan pada tiga buah dataset yang berbeda menunjukkan algoritma kelelawar dapat menyelesaikan masalah pemotongan bahan dengan optimasi diatas 90%.

Kata Kunci : masalah pemotongan bahan, swarm intelegent, algoritma kelelawar, optimasi.

Abstract

Two dimensional non-guillotine cutting stock problem often occurs in many textile industries where a rectangular stock must be cut into smaller pieces with different size and number. This problem included into combinatorial problems with large solution space and is hard to resolve.

In this final project used bat algorithm which metaheuristics optimization algorithm and included into swarm intelligent. This Algotirma inspired from echolocation in microbats. The algorithm was developed based on advantage of positioning using velocity in particle swarm optimization (PSO) and cooling schedule in simulated annealing (SA) so the search process is done not only exploration (global search) but also exploitation (local search).

The experiment results on three datasets show the bat algorithm can solve cutting stock problem with an optimization above 90%.

Keywords : cutting stock problem, swarm intelegent, bats algorithm, optimization.

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini, dunia perindustrian berkembang dengan cepat dan pesat. Seiring dengan perkembangan tersebut peningkatan efisiensi menjadi perhatian utama, hal ini bertujuan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan. Salah satu cara untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku. Dalam proses pengolahan bahan mentah menjadi bahan setengah jadi tidak jarang bahan mentah tersebut harus dipotong menjadi potongan yang lebih kecil dan dalam bentuk yang beragam. Permasalahan pemotongan pada proses produksi yang bertujuan untuk meminimalisasi sisa potongan tersebut dikenal dengan *cutting stock problem (CSP)*.

Cutting stock merupakan masalah penting yang sering dihadapi di berbagai jenis industri, seperti industri kertas, tekstil, kayu, logam, kulit, dll. *Cutting stock* dapat dibedakan berdasarkan jumlah dimensi potongannya, yaitu: satu dimensi dan dua dimensi. Selain itu permasalahan *cutting stock* juga dapat dibedakan berdasarkan cara pemotongannya, yaitu: *guillotine* dan *non-guillotine*. Berdasarkan keadaan yang terjadi sesungguhnya di dunia industri, masalah yang sering terjadi adalah *cutting stock* dua dimensi dengan pemotongan *non-guillotine*. Oleh karena itu pada tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas adalah *cutting stock* dua dimensi *non-guillotine*.

Banyak algoritma optimasi yang telah diimplementasi untuk menyelesaikan permasalahan *cutting stock*, seperti: algoritma *ant colony optimization*, algoritma kunang-kunang, dan algoritma genetika. Tetapi hingga saat ini belum ditemukan algoritma yang paling optimal dalam menyelesaikan CSP. Maka dari itu berdasarkan penelitian sebelumnya yang berjudul “analisis dan implementasi *ant colony optimization* dalam masalah pemotongan bahan *non-guillotine* dua dimensi” yang dilakukan oleh Budi Juliansyah, akan diimplementasikan suatu algoritma baru yang diharapkan dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal dibandingkan dengan algoritma-algoritma sebelumnya. Algoritma tersebut adalah algoritma kelelawar.

Algoritma kelelawar(BA) merupakan algoritma optimasi metaheuristik dan termasuk kedalam *swarm intelligence*. Algoritma ini terinspirasi dari peristiwa *echolocation* pada *microbats*. *Echolocation* merupakan cara kelelawar untuk melakukan navigasi dan menentukan lokasi mangsanya dengan menggunakan pantulan gema dari suara yang dikeluarkan. Pada algoritma ini kelelawar adalah agen pencari solusi, sedangkan solusi direpresentasikan oleh posisi kelelawar. Algoritma ini dikembangkan berdasarkan kelebihan dari penentuan posisi dengan menggunakan *velocity* pada algoritma *particle swarm optimization(PSO)* dan *cooling schedule* pada algoritma *simulated annealing(SA)*. Dengan kelebihan yang dimilikinya diharapkan algoritma ini dapat memberikan hasil yang optimal sesuai dengan yang diharapkan.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma kelelawar agar menghasilkan solusi yang optimal pada kasus CSP?
2. Seberapa optimal algoritma kelelawar dalam menyelesaikan kasus CSP?
3. Bagaimana pengaruh perubahan nilai parameter pada algoritma kelelawar terhadap nilai optimasi yang dihasilkan?

I.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah, antara lain:

- *Cutting stock* yang akan diimplementasikan adalah *cutting stock* dua dimensi dengan pemotongan *non-guillotine*.
- Data set yang digunakan berupa file xml.
- Bahan baku (*stock*) merupakan bahan baku dua dimensi berbentuk persegi panjang.
- Pola potongan (*order*) yang diimplementasikan adalah persegi dan persegi panjang.
- Jumlah *stock* yang tersedia tidak terbatas.
- Ukuran order tidak melebihi ukuran stock.
- Orientasi penempatan *order* dapat diubah (*portrait* atau *landscape*)

I.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah mengetahui bagaimana cara mengimplementasikan BA pada kasus CSP, seberapa optimal BA dalam menyelesaikan CSP, dan pengaruh parameter-parameter pada BA terhadap nilai fitness yang dihasilkan.

I.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Langkah yang akan ditempuh untuk menyelesaikan permasalahan yang mungkin terjadi adalah:

1. Studi Pustaka

Berupa pencarian sumber-sumber materi yang dapat menunjang dasar teori yang berhubungan dengan pembuatan tugas akhir ini. Sumber materi dapat berupa buku, tugas akhir dan tesis yang berhubungan dengan BA, *cutting stock problem*, maupun referensi lain yang diperoleh dari internet.

2. Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan sistem yang akan dibangun menggunakan BA dalam menyelesaikan masalah pemotongan bahan, kemudian sistem tersebut dirancang berdasarkan hasil dari analisis kebutuhan yang telah dilakukan sebelumnya.

3. Implementasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap ini sistem akan dibangun berdasarkan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Sistem akan dibangun dengan menggunakan java. Data-data ukuran bahan dan pola-pola pemotongan disimpan didalam file xml yang nantinya setelah diproses akan ditampilkan dalam bentuk gambar.

4. Analisis Hasil Pengujian

Hasil keluaran sistem berupa sisa potongan bahan yang nantinya akan diukur untuk menentukan nilai fitness BA. Semakin sedikit sisa potongan maka nilai fitness semakin besar dan semakin optimal hasil yang didapat. Selain itu akan dianalisis perubahan parameter pada BA dan dampaknya terhadap nilai fitness.

5. Penyusunan laporan Tugas Akhir

Pada tahap ini, semua proses penelitian tugas akhir ditulis dan dilakukan pengambilan kesimpulan terhadap analisis hasil pengujian, kemudian membuat dokumentasi program yang berupa laporan tugas akhir.

I.6 Sistematika Penulisan

Penulisan buku Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metodologi penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan.

2. BAB II Dasar Teori

Berisi penjelasan singkat mengenai konsep-konsep yang mendukung dikembangkannya sistem ini.

3. BAB III Analisis dan Perancangan Sistem

Berisi rincian mengenai perancangan sistem serta implementasi sistem yang dibuat.

4. BAB IV Pengujian dan Analisis Sistem

Berisi mengenai pengujian yang dilakukan terhadap sistem yang dikembangkan, serta analisis terhadap hasil pengujian.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan yang diambil berkaitan dengan sistem yang dikembangkan serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan pada bab sebelumnya. Dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. BA dapat digunakan untuk menyelesaikan kasus CSP dua dimensi *non-guillotine*
2. BA dapat menyelesaikan kasus CSP dua dimensi *non-guillotine* dengan nilai optimasi rata-rata diatas 90%.
3. Pengaturan parameter dengan $\alpha=0.99$, MaxIter=25, dan Batsize=100 merupakan kombinasi terbaik pada sekenario ini berdasarkan rata-rata optimasi.
4. Dengan jumlah pembangkitan solusi yang sama, BatSize lebih berpengaruh dalam meningkatkan optimasi daripada MaxIter.
5. Nilai optimasi akan semakin baik jika nilai α semakin mendekati 1(satu).
6. Besar kecilnya nilai γ tidak terlalu mempengaruhi optimasi. Hal ini dikarenakan nilai *pulse rate* tidak hanya dipengaruhi oleh nilai γ tetapi juga oleh nilai *pulse rate* awal yang didapat secara random untuk setiap kelelawar.

V.2. Saran

1. Mencoba memadukan algoritma kelelawar dengan local search seperti tabu search dan lain-lain.
2. Mencoba mengimplementasikan order dengan bentuk lain yang lebih beragam.
3. Mencoba menggunakan rumus fitness yang menghitung sisa pemotongan menggunakan luas dan keliling.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, Rifky, 2012, "Implementasi Artificial Bee Colony (ABC) dan Tabu Search (TS) pada Masalah Pemotongan Bahan (Cutting Stock Problem) Non-guillotine Dua Dimensi", Fakultas Informatika IT Telkom,
- [2] Alvarez, Valdes R, Parren˜o, F, and M. Tamarit, 2006, "A tabu search algorithm for a two-dimensional *non-guillotine* cutting problem", Valencia, Spain.
- [3] Bingul, Zafer & Soke, Alev, 2004, "*Applications of Discrete PSO Algorithm to Two-Dimensional Non-Guillotine Rectangular Packing Problems*", Kocaeli University, Turkey.
- [4] Fitriani, Wahyu, 2011, "Pencarian Solusi Optimal Cutting Stock Problem dengan Menggunakan Firefly Algorithm" Fakultas Informatika IT Telkom, Bandung.
- [5] Hopper, Eva, 2000, "Two-dimensional Packing utilising Evolutionary Algorithms and other Meta-Heuristic Methods", University of Wales, UK.
- [6] Juliansyah, Budi, 2012, "*Analisis dan Implementasi Ant Colony Optimization (ACO) dalam Masalah Pemotongan Bahan (Cutting Stock Problem) Non-guillotine Dua Dimensi*", Fakultas Informatika IT Telkom, Bandung.
- [7] Khan, Koffka, Ashok Sahai, 2012, "*A Comparison of BA, GA, PSO, BP and LM for Training Feed forward Neural Networks in e-Learning Context*". University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad And Tobago.
- [8] Lai, K.K., Jimmy W.M. Chan, 1996, "*Developing a simulated annealing algorithm for the cutting stock problem*", City University of Hong Kong, Hong Kong.
- [9] Mishra, Sashikala. Shaw, Kailash. And Mishra, Debahuti, 2012. "A New Meta-heuristic Bat Inspired Classification Approach for Microarray Data". Odisha, India.
- [10] Musikapun, Ponnapa and Pongcharoen, Pupong, 2012, "*Solving Multi-Stage Multi-Machine Multi-Product Scheduling Problem Using Bat Algorithm*", Pitsanulok.

- [11] Nukertamanda, Denny, Singgih Saptadi, Adhika Permanasari, “*OPTIMASI CUTTING STOCK PADA INDUSTRI PEMOTONGAN KERTAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE INTEGER LINEAR PROGRAMMING*”, Teknik Industri Universitas Diponegoro, Semarang.
- [12] Prawitamurti, Risna, 2010, “*Pencarian Solusi Optimal Pemotongan Bahan (Cutting Material) dengan Menggunakan Adaptive Genetic Algorithm*”, Fakultas Informatika IT Telkom, Bandung.
- [13] Ria, Z.E., 2009, “*Analisis dan Penerapan Algoritma Particle Swarm Optimization(PSO) Pada Optimasi Sumber Daya Proyek*”.
- [14] Suyanto, 2008, “*Algoritma Optimasi, Deterministik atau Probabilistik*”, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [15] Suyanto, 2008, “*Evolutionary Computation: Komputasi Berbasis “Evolusi” dan “Genetika”*”, Penerbit Informatika, Bandung.
- [16] Waßcher, Gerhard, Heike Haußner, And Holger Schumann, 2006, “*An improved typology of cutting and packing problems*”. Otto-von-Guericke-University, Magdeburg, Germany.
- [17] Yang, X S. : “*A New Metaheuristic Bat-Inspired Algorithm*”. Trumpington Street, 2010.