

Particle Swarm Optimization untuk Pemecahan Traveling Salesman Problem

Laporan Tugas

Mata Kuliah Swarm Intelligence

Adam Geraldy Katab (1301140381)

Hafidh Fikri Rasyid (1301142190)



Program Studi Sarjana Teknik Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung

2017

Abstrak

Traveling Salesman Problem (TSP) merupakan permasalahan yang umum digunakan sebagai *benchmark* algoritma optimasi. Dengan sebuah daftar kota beserta jarak antar kota tersebut, algoritma harus mencari rute terpendek untuk mengunjungi setiap kota yang ada di dalam daftar. *Particle Swarm Optimization* (PSO) merupakan salah satu algoritma optimasi yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan TSP. Kami menggunakan Swap Sequence sebagai *velocity* partikel, untuk mendapatkan solusi yang optimal. Kelemahan utama dari PSO adalah, tidak terjaminnya solusi optimum global dalam setiap iterasinya dikarenakan sifatnya yang bersifat *metaheuristic*. Ada empat kasus yang akan dipecahkan dalam tulisan ini, yaitu TSP dengan 16 kota, 52 kota, 96 kota, dan 202 kota. Keluaran yang harus diberikan adalah solusi terbaik untuk setiap kasus, jarak atau cost solusi tersebut, dan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mendapatkan solusi.

Kata Kunci: Particle Swarm Optimization (PSO), Traveling Salesman Problem (TSP), Swap Operator, Swap Sequence.

Daftar Isi

Abstrak	i
Daftar Isi	ii
I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
II Kajian Pustaka	3
2.1 Traveling Salesman Problem	3
2.2 Particle Swarm Optimization	3
2.3 Swap Operator	4
2.4 Swap Sequence	4
III Metodologi dan Desain Sistem	5
3.1 Analisis Sistem	5
3.2 Metode yang Diajukan	5
Daftar Pustaka	6

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah salah satu permasalahan yang paling umum digunakan sebagai *benchmark* algoritma optimasi. Pada dasarnya, pemecahan TSP adalah proses menjawab sebuah pertanyaan yaitu, "*dengan daftar kota dan jarak antar kota, rute apa yang dapat ditempuh paling cepat?*"

Ada banyak algoritma optimasi yang sudah dipelajari dan sudah digunakan untuk memecahkan TSP, salah satu algoritma tersebut adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO). PSO pertama kali diperkenalkan oleh Kennedy dan Eberhart [2] pada tahun 1995, sebagai algoritma yang menirukan perilaku hewan yang bergerak dalam kelompok. Sebagai contoh, burung yang terbang berkelompok untuk bermigrasi, atau ikan yang berenang bersama-sama. Masing-masing individu dalam kelompok ini bekerja sama menuju satu *goal* tertentu, dalam sebuah kecerdasan kolektif. Bila seekor burung dalam formasi V yang terbang di depan kelelahan, maka burung yang lain akan menggantikan posisinya menjadi yang di depan, agar perjalanan mereka tidak terganggu. PSO ingin mereplikasi prinsip ini ke dalam studi komputasi.

Pada PSO, setiap individu (atau partikel) akan bergerak di dalam sebuah ruang permasalahan untuk mencari pemecahan masalah tersebut. Setiap partikel dapat berkomunikasi satu sama lain, sehingga sebuah partikel dapat bergerak menuju partikel yang terbaik pada setiap iterasi. Di akhir iterasi, solusi terbaik akan dinamakan *global best* dan menjadi solusi yang dikeluarkan oleh PSO.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang ingin saya angkat adalah:

1. Bagaimana cara kerja PSO?
2. Bagaimana cara penggunaan PSO untuk pemecahan TSP?
3. Berapa tingkat akurasi PSO untuk pemecahan TSP?

1.3 Tujuan

Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai:

1. Untuk mengetahui cara kerja PSO;
2. Untuk mempelajari implementasi PSO untuk pemecahan TSP;
3. Untuk melihat akurasi PSO dalam pemecahan TSP.

Bab II

Kajian Pustaka

2.1 Traveling Salesman Problem

TSP merupakan sebuah permasalahan yang umum dijadikan bahan studi permasalahan optimasi, dan juga digunakan sebagai benchmark terhadap banyak algoritma optimasi. Secara kasat mata, TSP merupakan permasalahan yang memiliki pertanyaan sederhana, yaitu "*dengan daftar kota dan jarak antar kota, rute apa yang dapat ditempuh paling cepat?*" Walaupun terlihat sederhana, TSP merupakan suatu permasalahan yang sulit dipecahkan, terutama dengan makin bertambahnya jumlah kota yang terlibat. Dalam tulisan ini, kami akan memecahkan empat kasus permasalahan TSP, yaitu TSP dengan 16 kota, 52 kota, 96 kota, dan 202 kota. Keempat kasus ini akan dipecahkan dengan menggunakan PSO.

2.2 Particle Swarm Optimization

Kennedy dan Eberhart [2] pertama kali memperkenalkan PSO pada tahun 1995. Wang et al. [3] menyatakan bahwa PSO serupa dengan teknik komputasi evolusioner, karena PSO memiliki atribut umum algoritma komputasi evolusioner:

1. Memiliki proses inisialisasi: PSO memiliki jumlah individual yang ditempatkan di solusi acak di awal berjalannya program.
2. Menghasilkan generasi baru setiap iterasi: PSO menghasilkan generasi baru setiap iterasinya untuk mencari solusi yang optimal.
3. Generasi baru dihasilkan berdasarkan generasi sebelumnya: Generasi baru yang dihasilkan oleh PSO berasal dari generasi sebelumnya.

Sebagai algoritma *metaheuristic*, PSO sangat flexible dan dapat diterapkan ke berbagai macam permasalahan, termasuk TSP. Tetapi kelemahan utamanya adalah, PSO tidak memberikan garansi bahwa hasil yang dikeluarkan merupakan *global optimum*. PSO sendiri dapat digambarkan secara matematis sebagai berikut: [1]

$$V_{id} = w \times V_{id} + c1 \times rand()(pbest_{id} - X_{id}) + c2 \times rand()(gbest_{id} - X_{id}) \quad (2.1)$$

$$X_{id} = V_{id} + X_{id} \quad (2.2)$$

Di mana V merupakan velocity partikel, X merupakan posisi partikel, $pbest_{id}$ adalah personal best partikel, dan $gbest_{id}$ adalah global best saat iterasi tersebut. w merupakan koefisien laju, dan $c1$ dan $c2$ adalah laju belajar (*learning rate*) partikel.

2.3 Swap Operator

Swap Operator adalah metode yang akan kami gunakan dalam pemecahan masalah TSP dengan PSO ini. Misalnya untuk satu solusi: $M = (5, 4, 3, 2, 1)$ ada swap operator $SO(1, 2)$, maka:

$$M' = M + SO(1, 2) = (5, 4, 3, 2, 1) + (1, 2) = (4, 5, 3, 2, 1) \quad (2.3)$$

2.4 Swap Sequence

Swap Sequence adalah sebuah daftar yang terdiri dari lebih dari satu Swap Operator. $SS = (SO_1, SO_2, SO_3, \dots, SO_n)$ di mana SO_1, SO_2, \dots, SO_n adalah swap operator. Swap Sequence ini akan bekerja sebagai velocity sebuah partikel untuk pindah ke solusi yang dianggap lebih optimal. Untuk mendapatkan Swap Sequence sebuah partikel, partikel tersebut akan dibandingkan dengan pbest dan gbest, dan untuk setiap vertex yang tidak optimal akan diberikan Swap Operatornya.

Bab III

Metodologi dan Desain Sistem

3.1 Analisis Sistem

Sistem yang akan dibangun akan menerima masukan berupa daftar kota dan koordinat posisi kota tersebut. Ada empat buah kasus yang akan diuji, yaitu permasalahan TSP dengan 16 kota, 52 kota, 96 kota, dan 202 kota. Setiap permasalahan dapat diselesaikan dengan parameter yang berbeda-beda. Karena tidak adanya jarak antar kota yang diberikan dari masukan, sistem harus membangun sebuah graph berisi vertex berupa kota, dan edge berupa jarak antar kota.

Keluaran yang diberikan sistem, adalah solusi yang dianggap optimal, jarak atau cost untuk solusi tersebut, dan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mendapatkan solusi tersebut. Jarak cost tersebut kemudian akan dibandingkan dengan sebuah jarak yang diasumsikan paling realistis untuk mendapatkan akurasi sistem:

$$Akurasi = \left(1 - \frac{D_A - D_R}{D_R}\right) \times 100\% \quad (3.1)$$

Di mana D_A adalah cost yang dihasilkan oleh sistem, dan D_R adalah cost yang dianggap realistis oleh penguji.

3.2 Metode yang Diajukan

Berikut ini adalah metode yang kami ujikan untuk penyelesaian TSP dengan PSO:

1. Masukan diterima berupa file berisi kota dan posisi koordinatnya.
2. List kota dibuat berdasarkan masukan.
3. Graph dan edgenya dibuat untuk kota, setiap kota tersambung satu sama lain, dan satu kota tidak memiliki edge ke kota itu sendiri.
4. PSO dijalankan sesuai parameter yang ditentukan
5. Hasil dikeluarkan

Daftar Pustaka

- [1] HADIA, S. K., JOSHI, A. H., PATEL, C. K., AND KOSTA, Y. P. Solving city routing issue with particle swarm optimization. *International Journal of Computer Applications* 47, 15 (2012).
- [2] KENNEDY, R. J. and eberhart, particle swarm optimization. In *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks IV*, pages (1995), vol. 1000.
- [3] WANG, K.-P., HUANG, L., ZHOU, C.-G., AND PANG, W. Particle swarm optimization for traveling salesman problem. In *Machine Learning and Cybernetics, 2003 International Conference on* (2003), vol. 3, IEEE, pp. 1583–1585.