



## IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENYELESAIKAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

Firar Anitya Sari ✉, Endang Sugiharti, Dwijanto

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 lantai 1 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Agustus 2013  
Disetujui September 2013  
Dipublikasikan Nopember 2013

Keywords:  
Algoritma Genetika  
*Travelling Salesman Problem*  
MATLAB

### Abstrak

*Travelling Salesman Problem* (TSP) merupakan salah satu masalah optimalisasi. TSP adalah suatu permasalahan untuk menemukan siklus Hamilton yang memiliki total bobot sisi minimum. Oleh karena itu, tulisan ini membahas tentang pencarian rute terpendek pada PT. Jalur Nugraha Ekakurir (JNE) Semarang dengan syarat setiap alamat hanya dapat dikunjungi satu kali kecuali alamat asal. Artikel ini memanfaatkan Algoritma Genetika yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi dan juga mengaplikasikannya dengan *software* MATLAB. Parameter yang digunakan antara lain ukuran populasi, maksimum generasi, probabilitas perkawinan silang, dan probabilitas mutasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari probabilitas perkawinan silang ( $\rho_c$ ) yang berbeda-beda antara 0,1 sampai 1,0, diperoleh jalur yang terbaik dan nilai fitness maksimum pada saat probabilitas perkawinan silang 1,0 pada generasi ke-95 dengan total jarak 18,8203 km.

### Abstract

Travelling Salesman Problem (TSP) is one of the optimization problem. TSP is a formula to find Hamilton cycle which have minimum side weight total. Therefore, this paper analyze the shortest route at PT. Jalur Nugraha Ekakurir (JNE) Semarang on condition that every town is just visited once, except for the beginning address. This article benefitted genetic algorithm, that used to solve a value finding in an optimization problem and applicated it with MATLAB software. Parameter that can be used such as population size, maximum generation, crossover probability, mutation probability, and preservation probability. The outcome shows that from the different crossover probability ( $\rho_c$ ) between 0,1 until 1,0, then genetic algorithm acquire the best route and maximum fitness value when the crossover probability 1,0 on the 95th generation with the total 18.8203 km length.

## Pendahuluan

Proses pendistribusian barang adalah kegiatan yang tidak pernah lepas dari kehidupan. Jarak yang jauh serta penyebaran masyarakat yang meluas menjadi salah satu alasan bagi masyarakat untuk menggunakan jasa pengiriman barang daripada mengantar sendiri barang yang akan dikirimkan. Permasalahan pendistribusian barang menjadi poin penting bagi perusahaan penyedia jasa pengiriman barang. Hal ini memerlukan pertimbangan dan perhitungan yang tepat karena berkaitan dengan biaya transportasi yang harus dikeluarkan dalam proses pendistribusian.

PT. JNE merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengiriman barang di Indonesia. PT. JNE sendiri memiliki cabang di setiap kota di seluruh Indonesia. Dalam mengirimkan barang dari pusat ke pelanggan di berbagai tempat dan di banyak kota, perlu adanya suatu sistem yang mampu meminimalisasi biaya pengiriman sehingga akan didapatkan keuntungan yang paling maksimal. Permasalahan seperti ini merupakan masalah model jaringan yang sama dengan permasalahan pada pedagang kaki lima atau biasa disebut *Travelling Salesman Problem*.

TSP merupakan salah satu masalah optimisasi. TSP adalah suatu permasalahan untuk menemukan siklus Hamilton yang memiliki total bobot sisi minimum. TSP bertujuan mencari rute dari kota asal ke kota-kota yang dituju dengan syarat setiap kota hanya dapat dikunjungi satu kali kecuali kota awal. Banyak algoritma yang diterapkan pada permasalahan TSP diantaranya adalah *heuristic*, *fuzzy evolution*, *ant colony optimization*, *tabu search*, dan *branch and bound* (Philip, 2011).

Terdapat algoritma lain yang dapat digambarkan sebagai metode untuk menemukan solusi dari suatu permasalahan TSP, yaitu *genetic algorithm* atau algoritma genetika. Algoritma Genetika, sebagai cabang dari Algoritma Evolusi merupakan metode adaptif yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam atau “siapa yang kuat, dia yang bertahan”. Dengan meniru teori evolusi ini, Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mencari solusi

permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata seperti permasalahan task assignment pada sistem terdistribusi, penjadwalan, *time tabling*, transportasi, dan *knapsack* (Entin, 2006).

Permasalahan dalam tulisan ini adalah (1) Bagaimana mencari jalur terpendek dalam pengiriman barang menggunakan algoritma genetika dengan *software* MATLAB di PT. JNE Semarang; (2) Berapa hasil pencarian jarak minimum dalam pengiriman barang menggunakan algoritma genetika dengan *software* MATLAB di PT. JNE Semarang.

Tujuan dari tulisan ini adalah menentukan rute jaringan dan hasil pencarian jarak minimum dalam pengiriman barang dengan menggunakan algoritma genetika pada *software* MATLAB di PT. JNE Semarang.

Persoalan TSP merupakan salah satu persoalan kombinatorial. Banyak permasalahan yang dapat direpresentasikan dalam bentuk TSP. Persoalan ini sendiri menggunakan representasi graf untuk memodelkan persoalan yang diwakili sehingga lebih memudahkan penyelesaiannya. Persoalan yang muncul adalah bagaimana cara mengunjungi simpul (node) pada graf dari titik awal ke setiap titik-titik lainnya dengan bobot minimum (biaya paling murah). Bobot atau biaya ini sendiri dapat mewakili berbagai hal, seperti biaya, jarak, bahan bakar, waktu, kenyamanan dan lain-lain (Zulfikar, 2008).

Menurut Firmansyah (2007), MATLAB merupakan bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk kebutuhan komputasi teknis, visualisasi dan pemrograman seperti komputasi matematik, analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan pemodelan, serta grafik-grafik perhitungan.

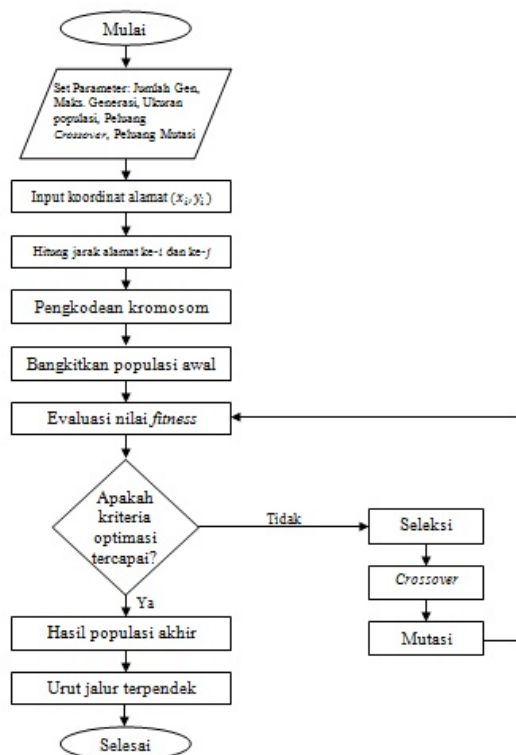
## Metode

Tahap pertama adalah perumusan masalah. Tahap ini dimaksudkan untuk memperjelas permasalahan sehingga mempermudah pembahasan selanjutnya. Masalah yang diangkat adalah bagaimana mencari jalur terpendek dan hasil pencarian jarak minimum dalam pengiriman barang dengan menggunakan algoritma genetika pada *software* MATLAB di PT. JNE Semarang.

Data diperoleh dari PT. JNE Semarang yang kemudian akan dilakukan pengolahan. Data ini berupa data pengiriman barang oleh kurir dari PT. JNE Semarang beserta alamatnya. Untuk memperoleh data jarak antar

lokasi dilakukan proses pencarian jarak menggunakan bantuan Wikimapia. Metode ini dilakukan karena dengan cara ini akan didapatkan jarak antar lokasi secara lebih akurat tanpa harus mengeluarkan banyak waktu dan biaya dalam pencariannya.

Tahap selanjutnya adalah mencari rute optimal dan jarak minimal yang dapat ditempuh dalam pengiriman barang dengan syarat semua alamat dilalui tepat satu kali kecuali titik asal yang sama dengan titik akhir. Setelah diketahui jarak antara titik menggunakan Wikimapia, akan dicari hasil perhitungan rute optimal dan jarak minimal dari jaringan TSP beserta gambar rute tersebut. Proses ini memerlukan ketelitian yang tinggi karena jika terjadi suatu kesalahan kecil saja akan berakibat pada ketidaktepatan dalam perhitungan rute dan jarak dari jaringan TSP terbaik. Masalah minimasi ini akan dicari dengan menggunakan algoritma genetika pada *software* MATLAB.



Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart)

Langkah terakhir adalah langkah pemecahan masalah. Dari permasalahan yang ada, yaitu bagaimana mencari jalur terpendek dan hasil pencarian jarak minimum dalam pengiriman barang dengan menggunakan algoritma genetika pada *software* MATLAB di PT. JNE Semarang. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan diuraikan

sebagai berikut: (1) Pengkodean kromosom. Pada tahap ini, alamat-alamat yang akan dikunjungi diberi nomor urut. Kemudian dibentuk ke dalam suatu kromosom yang berisi gen-gen yang mempresentasikan nomor urut dari semua kota yang ada. Jumlah gen dalam setiap kromosom adalah sama dengan jumlah alamat. Masing-masing nomor urut alamat hanya boleh muncul sekali di dalam suatu kromosom dan dibangkitkan secara acak. (2) Inisialisasi populasi. Tahap ini bertujuan untuk membangkitkan sebuah populasi yang berisi sejumlah kromosom, setiap kromosom berisi sejumlah gen. (3) Menentukan nilai *fitness*. Nilai *fitness* yang bisa digunakan adalah 1 dibagi jumlah jarak antara satu alamat dengan alamat lain secara melingkar. (4) *Roulette wheel selection*. Masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda *roulette* secara proporsional sesuai dengan nilai *fitness*-nya. Kromosom yang memiliki nilai *fitness* lebih besar, menempati potongan lingkaran lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai *fitness* rendah. (5) Proses perkawinan silang (*crossover*). dipilih 2 kromosom induk yang akan mengalami proses perkawinan silang secara acak, kemudian menentukan titik potongnya. Setelah titik potongnya terpilih, maka dilakukan penukaran informasi dari kedua kromosom tersebut berdasarkan titik potong yang telah ditentukan. (6) Proses mutasi. Proses mutasi adalah penukaran pasangan gen yang telah terpilih secara random dalam 1 kromosom. (7) Evaluasi dan kriteria penghentian generasi. Tahap ini adalah penghitungan jumlah generasi sampai mencapai batas maksimum generasi yang diberikan. (8) Penarikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil langkah pemecahan masalah.

## Hasil dan Pembahasan

Data yang diolah diperoleh dari PT. JNE Semarang berupa data daftar alamat-alamat tujuan pengiriman barang, kemudian dilakukan proses pencarian koordinat titik dengan bantuan situs wikimapia.org. Situs wikimapia.org merupakan salah satu situs pencari koordinat lokasi di bumi.

### 1. Pengkodean Kromosom

Pada tahap ini, alamat-alamat yang akan dikunjungi diberi nomor urut 1–27 termasuk alamat asal yaitu PT. JNE Semarang.

### 2. Inisialisasi Populasi

Tahap ini adalah tahap membangkitkan

sebuah populasi yang berisi sejumlah kromosom. Setiap kromosom berisi sejumlah gen dan setiap gen berisi nomor dari semua kota yang menjadi *sample*. Masing-masing nomor urut hanya boleh muncul 1 kali di dalam 1 kromosom. Masukan untuk fungsi ini adalah ukuran populasi yaitu jumlah kromosom dalam populasi dan jumlah gen dalam satu kromosom. Kromosom yang dibangkitkan adalah sebuah kromosom acak. Untuk membangkitkan kromosom ini, digunakan fungsi random yang telah tersedia dalam MATLAB.

Diperoleh populasi awal yang dibangkitkan secara acak dengan merepresentasikannya melalui nomor urut setiap alamat yang merupakan jalur yang dilalui pada masing-masing kromosom secara melingkar.

### 3. Evaluasi Individu

TSP bertujuan untuk meminimalkan jarak, maka nilai *fitness*nya adalah inversi total jarak dari jalur yang didapatkan, dengan menggunakan rumus  $1/x$  di mana  $x$  adalah total jarak dari jalur yang didapatkan. Variabel yang digunakan untuk mencari nilai *fitness* yaitu populasi, jumlah gen, dan jarak antar kota dalam suatu kromosom. *Output* dari fungsi ini adalah nilai *fitness* dalam suatu populasi.

### 4. Probabilitas *Fitness*

Probabilitas *fitness* adalah perhitungan masing-masing nilai *fitness* pada setiap kromosom dalam suatu populasi terhadap jumlah total nilai *fitness*nya. Rumus yang digunakan adalah nilai *fitness*/total *fitness*. *Output*nya adalah probabilitas *fitness* dan nilai kumulatif dari probabilitasnya.

Nilai kumulatif dari probabilitas *fitness* yang diperoleh adalah 1, hal ini terjadi karena bila dilihat berdasarkan definisi teori probabilitas, nilai probabilitas berkisar antara interval 0–1 di mana  $0 \leq P(E) \leq 1$ . Artinya, nilai probabilitas yang dihasilkan tidak boleh lebih dari 1. Nilai probabilitas maksimum yang dihasilkan harus bernilai 1.

### 5. Seleksi *Roulette*

Menurut Khan, H. F. (1999), proses seleksi adalah proses mencari kromosom terbaik dalam satu generasi, di mana untuk menentukan suatu kromosom terbaik dapat dilihat dari nilai *fitness*nya. Proses seleksi dilakukan dengan mengevaluasi setiap kromosom berdasarkan nilai *fitness*nya untuk mendapatkan peringkat terbaik. Pada tahap ini, kromosom diseleksi sesuai dengan nilai

*fitness*nya. Tahap pertama yang dilakukan adalah nilai *fitness* yang diperoleh dijumlahkan, kemudian bangkitkan bilangan random. Setelah itu, nilai *fitness* yang telah terurut tadi dibandingkan dengan bilangan random yang dibangkitkan. Jika  $(\text{nilai } fitness) / (\text{total } fitness) >$  bilangan random yang telah dibangkitkan, maka kromosom tersebut akan terpilih sebagai induk untuk melakukan proses selanjutnya.

### 6. Perkawinan Silang (*Crossover*)

Pada tahap ini, pilih kromosom induk (*parent*) yang akan mengalami perkawinan silang secara acak, kemudian tentukan titik potongnya. Setelah itu, lakukan pertukaran informasi dari kedua kromosom tersebut berdasarkan titik potong yang telah ditentukan. *Parent* yang melakukan *crossover* adalah *parent* yang berasal dari kromosom dari hasil seleksi.

### 7. Mutasi

Pada proses mutasi ini, dilakukan penukaran pasangan gen yang telah dipilih secara random dalam suatu kromosom. Penukaran pasangan ini dilakukan pada dua gen dalam suatu kromosom. Jika bilangan random  $[1,0]$  yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi, maka nilai gen tersebut akan ditukar dengan nilai gen lain yang dipilih secara random. Hal ini berlaku untuk semua gen dalam kromosom. Nilai dari probabilitas mutasi adalah  $1/(\text{Jumlah Gen})$  yaitu  $1/27 = 0,037$ .

### 8. Penentuan Jalur Terbaik

Pada tahap ini, ditentukan probabilitas mutasi 0,037, ukuran populasi 30, jumlah gen 27, maksimum generasi 100, dan probabilitas perkawinan silang divariasi berubah-ubah antara 0,1 sampai dengan 1,0. Hasil yang diperoleh adalah sebuah jalur terbaik dan diperoleh juga grafik *fitness* rata-rata.

Hasil perhitungan jarak atau total jarak berdasarkan probabilitas perkawinan silang/*crossover* dapat dilihat pada Tabel 1.

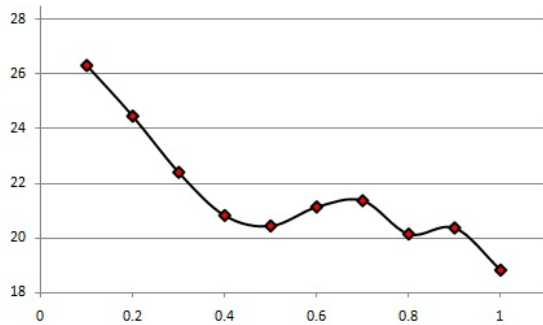
$\rho_c$	Jarak	$\rho_c$	Jarak
0.1	26.3147	0.6	21.1321
0.2	24.4596	0.7	21.3626
0.3	22.4009	0.8	20.1408
0.4	20.8214	0.9	20.3660
0.5	20.4368	1.0	18.8203

Tabel 1. Hasil Perhitungan Jarak Berdasarkan Probabilitas *Crossover*

Berdasarkan hasil dari beberapa percobaan di atas, dapat dilihat bahwa panjang



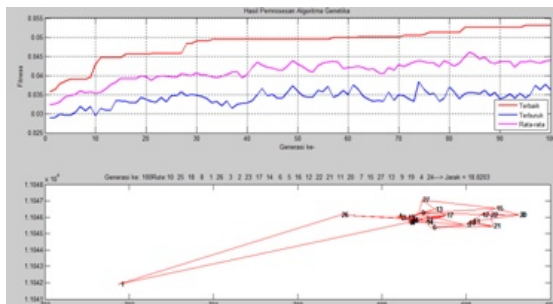
jalur terbaik dan pencapaian nilai *fitness* maksimum yang diperoleh pada saat probabilitas perkawinan silang/*crossover* 0,1 sampai 1,0 menghasilkan jarak yang berbeda-beda. Dapat dilihat perbedaan masing-masing jalur dan hasil perhitungan jarak dalam grafik pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Perhitungan Jarak Berdasarkan Probabilitas *Crossover*

#### 9. Tampilan Output

Grafik pada Gambar 3 menghasilkan panjang jalur terbaik adalah 18.8203, pada saat probabilitas perkawinan silang = 1,0. Saat kurva berada di generasi ke-95, kurva tersebut tidak mengalami peningkatan atau penurunan, artinya kurva tersebut telah mencapai nilai *fitness* maksimum saat berevolusi pada generasi ke-95. Jalur terbaiknya adalah 10-25-18-8-1-26-3-2-23-17-14-6-5-16-12-22-21-11-20-7-15-27-13-9-19-4-24.



Gambar 3. Tampilan Output Hasil Perhitungan Jarak dan Rute Terpendek dengan Algoritma Genetika pada *Software* MATLAB

#### Simpulan

Solusi dari suatu permasalahan TSP dapat diselesaikan menggunakan Algoritma Genetika melalui beberapa tahap yaitu pengkodean kromosom, inisialisasi populasi, menentukan nilai *fitness*, seleksi *roulette*, perkawinan silang (*crossover*), mutasi dan evaluasi. Parameter yang digunakan adalah ukuran populasi 30, maksimum generasi 100, dan probabilitas mutasi 0,037. Berdasarkan

beberapa percobaan dengan menggunakan probabilitas perkawinan silang yang berbeda-beda antara 0,1 sampai 1,0, maka Algoritma Genetika memperoleh jalur yang terbaik dan nilai *fitness* maksimum pada saat probabilitas perkawinan silang 1,0 pada generasi ke-95 dengan total jarak 18,8203 km dengan rute alamat adalah: PT. JNE Semarang - BANK BRI Kop Tlogosari - Jalan Parang Kembang X - Jalan Tirto Mukti 3 - Jalan Parang Kesit - Jalan Parang Baris 6 - Jalan Gusti Putri I - Jalan Soekarno-Hatta No.23 - Jalan Satrio Manah II - Jalan Seruni 4 - Jalan Tlogosari Raya 2 - Jalan Tlogosari Raya I - Jalan Malang Sari Cluster III - Jalan Seruni 7 - Jalan Sido Asih 4 - Jalan Sido Asih 5 - Jalan Gringsing - Jalan Bugen - Jalan Galar Raya - Jalan Lintang Trenggono V - Jalan Parang Kembang Raya - Jalan Wahyu Temurun 2 - Jalan Tlogosari Raya 2 - Jalan Parang Kusuma 7 - Jalan Tlogosari Raya 2 Blok H2 - Jalan Parang Kusuma 1 - Jalan Parang Kusuma 11.

#### Daftar Pustaka

- Entin, 2006. Kecerdasan Buatan. Tersedia di <http://lecturer.eepis-its.edu/~entin/kecerdasanbuatanbukuBab07AlgoritmaGenetika.pdf> [diakses 21 Maret 2013].
- Firmansyah, A. 2007. Dasar-dasar Pemrograman MATLAB. IlmuKomputer.com.
- Khan, H. F. dkk. 1999. Solving TSP Problem Using Genetic Algorithm. *International Journal of Basic and Applied Science IJBAS*, volume 9, number 10.
- Philip, A. dkk. 2011. A Genetic Algorithm for Solving Travelling Salesman Problem. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 2(1) : 26.
- Zulfikar, N. 2008. Aplikasi Algoritma Genetika untuk Mencari Rute Terpendek N-Buah Node. Skripsi. FTIK Unikom.