

MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM (MTSP) DENGAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENENTUKAN RUTE LOPER KORAN DI AGEN SURAT KABAR

Fitriana Yuli Saptaningtyas

Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

fitrianatya@uny.ac.id

Abstrak

Permasalahan pendistribusian oleh beberapa loper koran di suatu agen surat kabar pada pelanggan sering mengalami keterlambatan. Bagaimana menentukan rute optimum bagi beberapa loper koran di sebuah agen surat kabar akan dimodelkan secara matematis dan akan diselesaikan menggunakan algoritma genetika. Permasalahan ini masuk dalam kategori *Multi Travelling Salesman Problem* (MTSP)

Algoritma genetika yang mengadopsi proses evolusi makhluk hidup, pada penerapannya mengikuti langkah pembentukan populasi, menentukan nilai *fitness*, melakukan proses seleksi, melakukan pindah silang dan mutasi, dan membentuk individu baru.

Algoritma genetika dapat digunakan untuk menentukan rute optimum perjalanan beberapa loper koran di suatu agen surat kabar. Penentuan rute perjalanan beberapa loper koran di suatu agen surat kabar dengan langkah mendefinisikan populasi, menentukan nilai *fitness*, melakukan proses seleksi dengan metode seleksi ranking, pindah silang dengan *order cross over*, melakukan mutasi dengan *swapping mutation*, dan memperoleh individu baru yang menuju ke penyelesaian optimum. Dari hasil simulasi di suatu agen surat kabar dengan delapan loper Koran dan 160 pelanggan diperoleh jarak terpendek sejauh 144.16 km pada iterasi ke 98. Semakin banyak iterasi yang digunakan maka akan semakin memberi solusi yang lebih optimum.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Loper Koran, Agen Surat Kabar, MTSP

PENDAHULUAN

Algoritma genetika cukup efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi. Dalam perkembangannya telah diaplikasikan dalam pencarian rute optimum, penjadwalan, *Travelling Salesman Problem* (TSP), dan lain sebagainya. Prosedur dalam pencarian solusi yang mengadopsi proses evolusi makhluk hidup dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang memerlukan banyak perhitungan dengan menggunakan algoritma konvensional menjadi lebih sederhana. Pada permasalahan pendistribusian surat kabar oleh beberapa orang loper koran di suatu

agen surat kabar dapat dikategorikan dalam masalah MTSP. Loper koran di suatu agen surat kabar bertugas untuk menyampaikan surat kabar di pagi hari. Beberapa permasalahan yang sering dialami dalam pendistribusian surat kabar adalah keterlambatan waktu penyampaian surat kabar pada pelanggan. Pada umumnya pelanggan surat kabar adalah para pegawai kantor dengan jam keberangkatan bekerja adalah jam 07.00 WIB sehingga para pelanggan menginginkan koran sampai ke pelanggan sebelum jam tersebut. Surat kabar siap untuk diedarkan dari sebuah agen pukul 05.00 WIB, para

loper koran hanya memiliki waktu sekitar dua jam untuk mendistribusikannya. Sebuah agen surat kabar memiliki beberapa orang loper untuk mendistribusikan ke pelanggan. Untuk mempercepat penyampaian surat kabar ke pelanggan langsung, para loper koran menggunakan kendaraan bermotor dengan kapasitas angkut surat kabar maksimal sebanyak 70 surat kabar. Bagaimana beberapa orang loper koran di suatu agen surat kabar menghantarkan koran pada para pelanggan dapat dimodelkan secara matematis. Permasalahan pendistribusian koran di sebuah agen surat kabar dengan lebih dari seorang loper dapat dimodelkan dalam *multi traveling salesman problem* (MTSP).

Masalah MTSP merupakan masalah optimasi yang merupakan perluasan dari masalah *travelling salesman problem* (TSP). Permasalahan ini dapat dijadikan acuan dalam mencari rute terpendek maupun melakukan penjadwalan berbagai permasalahan optimasi. Permasalahan MTSP merupakan pengembangan dari masalah *travelling salesman problem*, dimana yang melakukan perjalanan tidak hanya seorang sales tapi lebih dari satu (Shalini Singh, 2014). Menurut Bertas(2006)

permasalahan MTSP didefinisikan dalam sebuah graf $G=(V,A)$, dengan V adalah himpunan titik yang merepresentasikan kota, A adalah himpunan sisi yang menghubungkan antar kota dengan i,j adalah penghubung antar titik kota, dan $x_{i,j}$ adalah variable biner dengan ketentuan $x_{i,j}=1$ jika sisi i,j dikunjungi oleh sales dan 0 untuk sisi i,j yang tidak dikunjungi serta $c_{i,j}$ adalah jarak antar kota ke- i dan kota ke- j .

Permasalahan MTSP dapat diselesaikan dengan menggunakan berbagai metode. Algoritma heuristic cukup efektif untuk menyelesaikan masalah ini, walaupun solusi yang diperoleh merupakan solusi pendekatan. Salah satu algoritma heuristic adalah algoritma genetika. Algoritma genetika mengadopsi pada kemampuan mahluk hidup dalam proses seleksi alam untuk mencapai optimasinya. Algoritma genetika mengadopsi sebuah populasi individu yang merupakan himpunan solusi secara berulang. Algoritma genetika memilih individu secara acak dari populasi untuk dijadikan induk dan menggunakannya untuk menghasilkan keturunan pada generasi berikutnya. Individu yang mampu bertahan dalam proses seleksi alam analog dengan solusi optimal dalam masalah optimasi.

Algoritma genetika cukup bagus diaplikasikan dalam menyelesaikan masalah TSP. Salah satu kelebihan algoritma genetika menurut suyanto(2005) adalah kemudahan implementasi dan kemampuannya untuk menemukan solusi yang ‘bagus’ (bisa diterima) secara tepat untuk masalah-masalah berdimensi tinggi. Karena masalah MTSP merupakan bagian dari masalah TSP maka masalah MTSP juga dapat diselesaikan dengan algoritma genetika. Penelitian terkait algoritma genetika pada rute seorang loper koran telah dilakukan oleh Antonios (2013) yaitu mengenai masalah TSP dengan hasil yang cukup baik ditinjau dari solusi optimal yang diperoleh. Pada kajian ini, menerapkan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah MTSP pada pendistribusian surat kabar oleh lebih dari satu loper di sebuah agen surat kabar. Digunakan simulasi data dari suatu agen surat kabar dengan delapan loper koran, dari hasil simulasi akan dianalisa pengaruh banyaknya iterasi terhadap solusi optimum yang dihasilkan.

PEMBAHASAN

Model matematika dalam masalah MTSP dalam perkembanganya

memiliki berbagai bentuk variasi, dalam kajian ini model matematika yang akan dibangun berdasarkan kondisi rute pendistribusian surat kabar oleh beberapa orang loper di sebuah agen surat kabar. MTSP dengan kondisi bahwa beberapa orang sales harus mengunjungi beberapa tempat hanya sekali dan kembali ke tempat semula dengan semua tempat telah dikunjungi oleh salah satu dari sales yang ada. Adapun model matematika dari permasalahan ini adalah:

Fungsi Objektifnya adalah $P =$
Minimumkan $\sum \sum d_{ij}x_{ij}.....$
(1)

Dengan kendala:

$$\sum_{j=2}^n x_{1j} = m \tag{2}$$

$$\sum_{j=2}^n x_{j1} = m \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 2,3, \dots, n \tag{4}$$

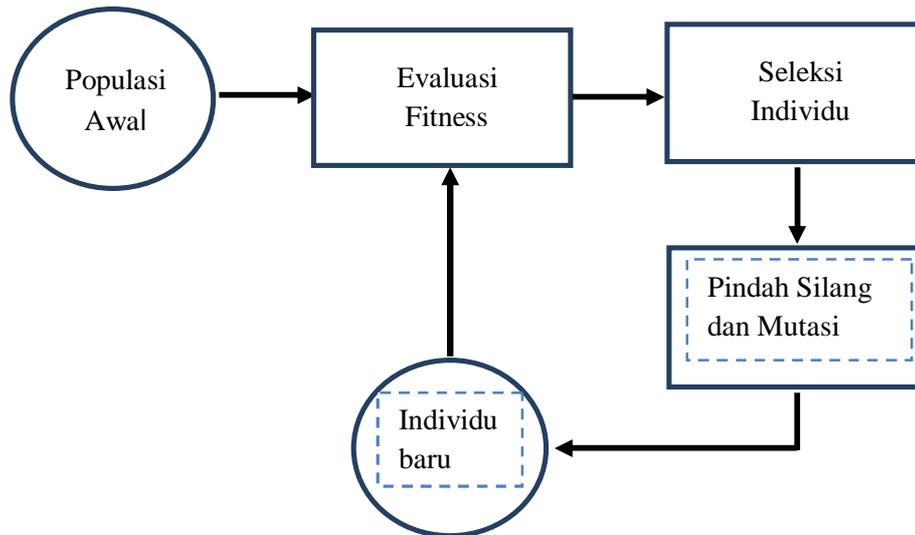
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 2,3, \dots, n \tag{5}$$

Dari fungsi tujuan di atas dalam persamaan (1) dapat diketahui akan meminimumkan perjalanan yaitu dengan meminimumkan biaya/jarak d_{ij} , dengan x_{ij} merupakan jalan dari kota ke i ke j yang bernilai 0 atau 1, yang artinya 0 jalan tersebut tidak dikunjungi dan 1 jalan tersebut dikunjungi. Kendala pada persamaan (2) dan (3) berarti bahwa yang akan mengunjungi n kota adalah

sebanyak m sales. Persamaan (4) dan (5) menunjukkan bahwa masing masing kota hanya dikunjungi satu kali.

Permasalahan MTSP di atas dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika. Secara umum

langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan optimasi menggunakan algoritma genetika menurut David Goldberg (1996) dapat ditampilkan dalam alur berikut ini:



Gambar 1. Flow Chart Algoritma Genetika menurut David Goldberg (1996)

Dari alur di atas dapat dijelaskan bahwa pada pembentukan populasi awal merupakan kumpulan solusi yang mungkin dari masalah optimasi yang akan diselesaikan. Proses evaluasi *fitness* merupakan suatu proses untuk mengetahui kemampuan makhluk hidup dalam bertahan analog dengan mengetahui bagus tidaknya suatu solusi dalam masalah optimasi. Seleksi individu merupakan proses pemilihan orang tua yang akan disilangkan sehingga menghasilkan keturunan. Proses pindah silang (*cross over*)

merupakan proses menghasilkan keturunan baru yang akan diuji kemampuan bertahannya. Mutasi merupakan proses untuk mengubah nilai dari suatu gen dalam kromosom. Proses mutasi dalam kromosom digunakan untuk memperoleh individu baru yang mempunyai nilai *fitness* yang lebih baik. Dari hasil proses ini diperoleh poulasi baru yang akan diuji nilai *fitness*. Individu dengan nilai *fitness* terbaik merupakan solusi yang optimum.

Pada permasalahan pendistribusian koran di suatu agen surat

kabar dengan beberapa orang loper koran memenuhi asumsi berikut:

1. Terdapat banyak pelanggan yang harus dikunjungi tepat satu kali. Dalam hal ini yang akan digunakan untuk simulasi yaitu terdapat 160 pelanggan yang diasumsikan menjadi 40 pelanggan dengan ketentuan bahwa pelanggan yang berjarak kurang dari 20 meter dianggap satu tempat.
2. Terdapat m sales, dalam hal ini memiliki 8 loper Koran.
3. Setiap loper koran akan melakukan perjalanan dari agen ke pelanggan dan kembali lagi ke agen.

Permasalahan yang akan dipecahkan adalah bagaimana rute masing-masing loper koran agar mendapatkan jarak yang optimum dengan menggunakan algoritma genetika. Adapun langkah-langkah penyelesaian masalah tersebut dengan menggunakan algoritma genetika adalah:

1. Membangun populasi awal dengan individu adalah urutan perjalanan dari 8 loper yang masing masing loper berawal dan berakhir di agen.

Contoh individu -1

(1 2 3 4 5 1) (1 6 7 8 9 10 1) (1 11 12 13 14 15 1) (1 16 17 18 19 20 1) (1 21 22 23 24 25 1) (1 26 27 28 29 30 1)

(1 31 32 33 34 35 1) (1 36 37 38 39 40 1)

2. Menghitung nilai *fitness* yaitu menggunakan *fungsi fitness* = $\frac{1}{\sum c_{i,j}}$ yaitu satu dibagi jarak rute yang dikunjungi semua sales.
3. Proses seleksi yang digunakan menggunakan seleksi rangking. Menurut Sri Kusuma Dewi (2003), prosedur dalam seleksi rangking adalah:
Menghitung nilai *fitness* dari masing-masing individu, mengurutkan nilai *fitness* dari yang paling besar, kromosom terburuk diberi nilai 1 dan seterusnya, dihitung total *fitness* semua individu, dan dihitung probabilitas masing-masing individu, dihitung jatah pada masing-masing individu, dibangkitkan bilangan random, dari bilangan random dipilih individu yang akan terpilih dalam proses seleksi.
4. Proses pindah silang menggunakan teknik *order cross over*. Proses pindah silang dilakukan dengan pertukaran gen pada dua induk yang bersesuaian untuk menghasilkan individu baru. Teknik pindah silang yang digunakan adalah *order cross*

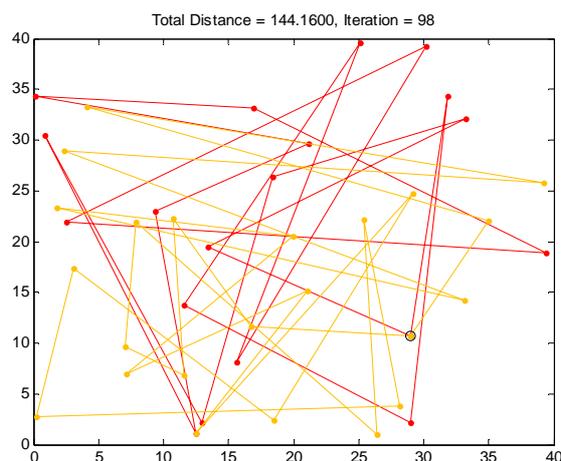
over menurut Davis (Suyanto, 2005).

5. Proses mutasi menggunakan *swapping mutation*. Proses mutasi ini bertujuan untuk mengubah gen-gen dalam kromosom. Teknik *swapping mutation* menurut Suyanto (2005) diawali dengan memilih bilangan acak kemudian gen yang berada pada posisi bilangan acak pertama ditukar dengan gen yang berada pada bilangan acak kedua dalam probabilitas tertentu.

Pada kajian ini akan ditampilkan simulasi dengan menggunakan Software Matlab dari permasalahan bagaimana menentukan rute optimum dari delapan orang loper yang akan mengunjungi 160 tempat yang direduksi menjadi 40 tempat. Pada kajian ini akan dilakukan

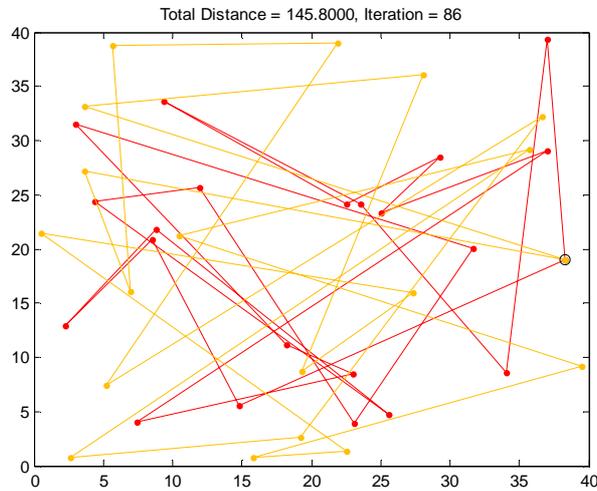
percobaan dengan melakukan perubahan pada banyaknya iterasi.

Pada simulasi yang pertama dipilih banyaknya iterasi yaitu 98 diperoleh jarak total adalah 144 km. Dari gambar di bawah ini dapat diketahui rute masing-masing loper dengan rata-rata jarak yang ditempuh adalah 18 km. Apabila loper koran menempuh jarak 18 km dengan kecepatan rata-rata 50 km/jam maka memerlukan waktu 27 menit untuk melakukan perjalanan. Jika waktu yang diperlukan untuk memberikan koran pada 20 pelanggan adalah 60 menit, maka waktu total yang diperlukan sales untuk menyelesaikan tugas membagikan koran pada pelanggan adalah 1 jam 27 menit. Dengan hasil ini surat kabar akan sampai keseluruhan pelanggan sebelum jam 07.00 WIB.



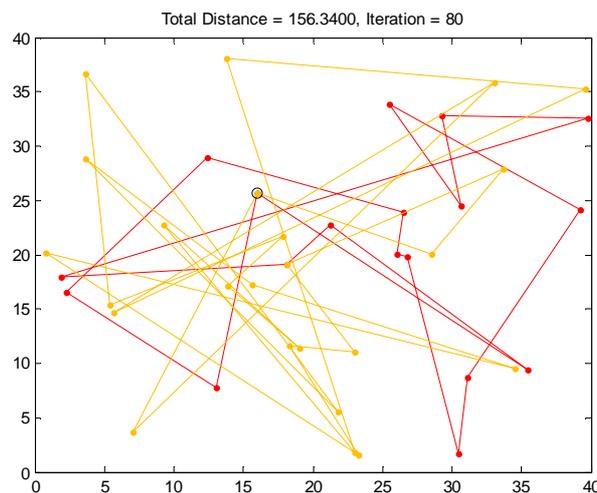
Gambar 2. Rute Optimum Pendistribusian Surat Kabar oleh delapan loper Koran menggunakan Algoritma Genetika dengan banyak iterasi 98

Pada percobaan kedua dipilih lebih jauh yaitu 145.8 km dengan rute banyaknya iterasi adalah 86. Dari hasil masing-masing sales seperti gambar di ini diketahui bahwa rute optimumnya bawah ini.



Gambar 3. Rute Optimum Pendistribusian Surat Kabar oleh delapan loper Koran menggunakan Algoritma Genetika dengan banyak iterasi 86

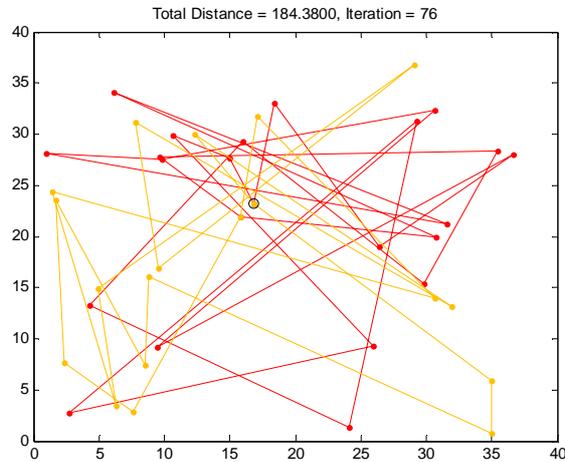
Pada percobaan ketiga dipilih lebih jauh yaitu 156.34 km dengan rute banyaknya iterasi adalah 80. Dari hasil masing-masing sales seperti gambar di ini diketahui bahwa rute optimumnya bawah ini.



Gambar 4. Rute Optimum Pendistribusian Surat Kabar oleh delapan loper Koran menggunakan Algoritma Genetika dengan banyak iterasi 80

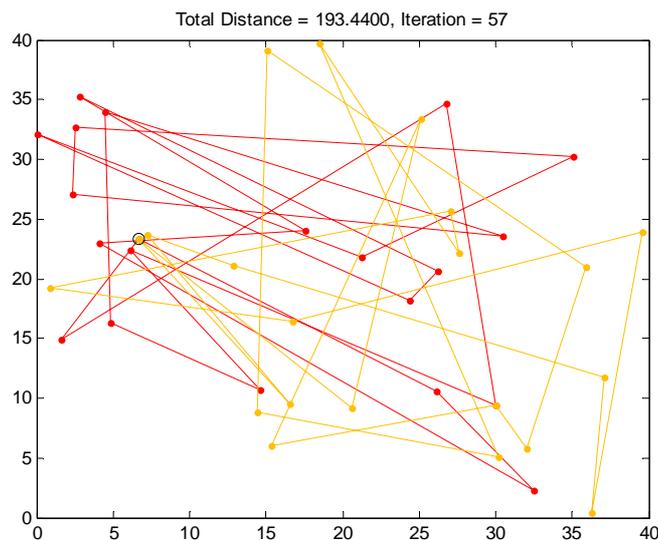
Multi Traveling Salesman Problem.....(Fitriana)

Pada percobaan keempat dipilih lebih jauh yaitu 184.38 km dengan rute banyaknya iterasi adalah 76. Dari hasil masing-masing sales seperti gambar di ini diketahui bahwa rute optimumnya bawah ini.



Gambar 5. Rute Optimum Pendistribusian Surat Kabar oleh delapan loper Koran menggunakan Algoritma Genetika dengan banyak iterasi 76

Pada percobaan kelima dipilih lebih jauh yaitu 193.4 km dengan rute banyaknya iterasi adalah 57. Dari hasil masing-masing sales seperti gambar di ini diketahui bahwa rute optimumnya bawah ini.



Gambar 6. Rute Optimum Pendistribusian Surat Kabar oleh delapan loper Koran menggunakan Algoritma Genetika dengan banyak iterasi 57

Dari hasil simulasi di atas dapat diketahui bahwa semakin banyak iterasi yang digunakan maka memberikan jarak yang semakin pendek. Pada permasalahan pendistribusian surat kabar kepada 160 pelanggan dengan delapan sales di sebuah agen koran masih memungkinkan untuk terselesaikan kurang dari dua jam. Dengan menggunakan algoritma genetika diperoleh solusi optimum dari hasil simulasi yang dilakukan adalah sejauh 144.16 km.

SIMPULAN DAN SARAN

Algoritma genetika dapat digunakan untuk menentukan rute optimum perjalanan beberapa loper koran di suatu agen surat kabar. Penentuan rute perjalanan beberapa loper koran di suatu agen surat kabar dengan algoritma genetika menggunakan langkah mendefinisikan populasi, menentukan nilai *fitness*, melakukan proses seleksi dengan metode seleksi ranking, pindah silang dengan *order cross over*, melakukan mutasi dengan *swapping mutation*, dan memperoleh individu baru yang menuju ke penyelesaian optimum. Dari hasil simulasi data di suatu agen surat kabar dengan delapan loper dan 160 pelanggan

diperoleh jarak terpendek sejauh 144.16 km pada iterasi ke 98. Semakin banyak iterasi yang digunakan maka akan semakin memberi solusi yang lebih baik.

Pada kajian ini baru dapat menganalisa banyaknya iterasi dengan variable yang lain dianggap sama, dapat dikaji lebih lanjut pengaruh variable lain misalnya banyak individu dan lain sebagainya. Dapat digunakan berbagai teknik mutasi dan pindah silang yang lain dalam menemukan solusi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Bektas, T. (2006). The multiple traveling salesman problem: an overview of formulations and solution procedures. *OMEGA: The International Journal of Management Science*, 34(3), 209-219.
- Goldberg, David. (1999). An introduction to genetic Algorithms for scientists and Engineers. Singapore: User-Print
- Shalini Singh dan Ejaz Aslam Lodhi. (2014). Comparison Study of Multiple Traveling Salesmen Problem using Genetic Algorithm. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, VOL.14 No.7, July 2014

Multi Traveling Salesman Problem.....(Fitriana)

Sri Kusuma Dewi. (2003). Artificial Intelligent (Teknik dan Aplikasinya).

Yogyakarta:Graha Ilmu

Suyanto.(2005). Algoritma Genetika dalam MATLAB. Yogyakarta: Andi Offset

Wayan Firdaus Mahmudy. (2008).

Optimasi Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP) Menggunakan Algoritma Genetika.

Seminar Nasional BasicScience V, FMIPA, UniversitasBrawijaya, Malang, 16

February