

PEMANFAATAN METODE HEURISTIK TRAVELLING  
SALESMAN PROBLEM WITH TIME WINDOWS PADA RUTE  
ANTAR JEMPUT LAUNDRY DENGAN ALGORITMA GENETIKA

Wiwi Widayani<sup>1</sup>, Dhimas Abdi Pratama<sup>2</sup>, Ryan Dhea Pratama<sup>3</sup>,  
Edy Tama Kusumajaya<sup>4</sup>, Albiruni Dharma<sup>5</sup>

Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta

e-mail: [wiji.w@amikom.ac.id](mailto:wiji.w@amikom.ac.id), [dhimas.pratama@students.amikom.ac.id](mailto:dhimas.pratama@students.amikom.ac.id),  
[ryan.pratama@students.amikom.ac.id](mailto:ryan.pratama@students.amikom.ac.id), [edy.k@students.amikom.ac.id](mailto:edy.k@students.amikom.ac.id),  
[bika.d@studenst.amikom.ac.id](mailto:bika.d@studenst.amikom.ac.id)

**Abstract**

*Laundry business is quite a lot to bring profit, became main attraction of every person to open this business. Needed innovation in order to improve the service can make customer did not move to another. An example is laundry pickup service optimization where each customer has reserved time to deliver and receive their order. Calculation the fastest route is most important part in serving all customers. Another things is traveling salesman problem (TSP) which goal is to choose the shortest path. In this case, the precise arrival time each customer must be considered. The best solution to the problem is achieved by combining chromosomes(solutions) to produce new chromosome using genetic algorithms(Selection, Crossover and Mutation). Looking for the best solution used several combination of crossover and mutation and size, including population size and generation size. From the test result obtained an optimal value is 2000 with the best crossover and mutation probability is 0,4 and 0,6. From parameter value that can give solutions to serve customers with a time window.*

**Keywords**—*Traveling salesman problem, pencarian rute terpendek, antar jemput laundry, time window, algoritma genetika.*

PENDAHULUAN

Usaha *laundry* merupakan usaha yang keberadaannya sudah menjadi bagian dari kebutuhan hidup manusia. Berkembangnya usaha *laundry* kiloan menjadikan banyak persaingan di sektor ini menjadi semakin ketat. Untuk dapat bersaing dalam usaha *laundry*, penyedia jasa *laundry* memiliki caranya masing-masing dalam menarik pelanggan, seperti halnya dengan menyediakan jasa antar jemput *laundry*. Dilihat dengan cara kerja *laundry* dapat diambil kesimpulan bahwa setiap pelanggan *laundry* memiliki waktu tersendiri untuk mengambil dan menerima *laundry* mereka. Maka dari itu, lamanya waktu yang akan dihabiskan di jalan merupakan parameter yang dapat diperkirakan rute mana saja yang akan diambil oleh sopir antar jemput *laundry* agar bisa datang tepat waktu sesuai ketersediaan waktu pelanggan. Untuk dapat menyelesaikan masalah ini maka dibuatlah suatu sistem yang dapat memperhitungkan jarak antar pelanggan dengan melalui rute tercepat menggunakan konsep *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) yang merupakan sebutan bagi VRP dengan kendala tambahan berupa adanya *time windows* pada masing-masing pelanggan [1]. Waktu ketersediaan pada masing-masing pelanggan dapat berbeda satu sama lain dan dinyatakan dalam selang waktu berupa batas waktu awal sampai akhir pelayanan pada pelanggan tersebut.

Salah satu contoh pencarian rute tercepat yaitu pemilihan rute yang dipilih sopir antar jemput *laundry* untuk sampai pada tujuan dengan tepat waktu. Setiap daerah tujuan pengiriman tersebut harus dikunjungi satu kali, kemudian kembali lagi ke tempat awal. Permasalahan tersebut dikenal sebagai *Travelling Salesman Problem* (TSP). Salah satu bentuk

pengembangan TSP yang lebih rumit yang melibatkan dua variabel atau lebih adalah TSP-TW yaitu pencarian rute optimal yang mempertimbangkan waktu total waktu perjalanan, dan waktu ketersediaan pelanggan [1]. Untuk menyelesaikan masalah ini sangat cocok menggunakan Algoritma Genetika, karena pada dasarnya Algoritma Genetika mencari penyelesaian secara menyeluruh bukan per point saja. Disini Algoritma Genetika akan menyelesaikan permasalahan secara menyeluruh, dengan demikian akan diperoleh hasil yang seoptimal mungkin [15].

Pada penelitian ini digunakan algoritma genetika dengan harapan akan diperoleh optimasi rute perjalanan yaitu kondisi dimana terjadi kombinasi terbaik untuk jalur yang akan dilalui dan waktu perjalanan yang cepat, serta semua pelanggan dapat terlayani[2].

## LANDASAN TEORI

### 1. Vehicle

*Vehicle Routing Problem* adalah permasalahan dalam pencarian jalur yang akan dilalui dengan maksud mencari jalur tercepat atau terpendek. *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) merupakan VRP dengan masalah tambahan dengan adanya *time windows* untuk setiap pelanggan. Pada setiap pelanggan memiliki ketersediaan waktu yang bervariasi dan dinyatakan dalam selang waktu berupa batas waktu awal sampai akhir pelayanan pada pelanggan tersebut [1].

### 2. Algoritma genetika

Sejarah Algoritma Genetika pertama kali diperkenalkan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada awal 1970-an di New York, Amerika Serikat. John Holland bersama murid-murid serta rekan kerjanya lalu menghasilkan buku yang berjudul "*Adaption in Natural and Artificial Systems*" pada tahun 1975, yang menjelaskan bagaimana cara kerjanya berdasarkan pada seleksi dan genetika alam. Konsep yang dipergunakan dalam algoritma genetika adalah mengikuti apa yang dilakukan oleh alam [9].

### 3. Nilai Fitness

*Fitness* adalah nilai yang dimiliki oleh masing-masing individu untuk menentukan tingkat kesesuaian individu tersebut dengan criteria atau tujuan (obyektif) permasalahan yang ingin dicapai [5]. Fungsi tujuan untuk sistem optimasi rute antar jemput *laundry* menggunakan Algoritma genetika dapat ditunjukkan pada persamaan Persamaan 1 dan Persamaan 2 dibawah ini [4].

$$\text{NilaiFitness} = \frac{1}{F_x} \quad (1)$$

dimana:

$$F_x = \sum(c_{ij}) + \sum(p_i) \quad (2)$$

Keterangan :

- $c_{ij}$  adalah waktu yang ditempuh dari titik i ke titik j.
- $p_i$  merupakan penalti jika pelanggan dilayani diluar jadwal.

### 4. Crossover

*Crossover* adalah mekanisme yang dimiliki algoritma genetika dengan menggabungkan dua kromosom sehingga menghasilkan anak kromosom yang mewarisi ciri-ciri dasar dari *parent crossover* bekerja membangkitkan *offspring* baru dengan mengganti sebagian informasi dari *parents* [4]. Dalam melakukan penelitian ini digunakan metode

*Partial-Mapped Crossover (PMX)* dikarenakan dengan metode ini bisa mencegah adanya duplikat gen dalam suatu individu. PMX memiliki langkah kerja sebagai berikut :

- Langkah 1 : Menentukan 2 posisi pada kromosom dengan aturan random. Substring yang berada dalam dua posisi itu dinamakan dengan daerah pemetaan.
- Langkah 2 : Menukarkan dua subtring antar induk tadi agar menghasilkan anak.
- Langkah 3 : Menentukan hubungan pemetaan dari dua daerah pemetaan.
- Langkah 4 : Menentukan kromosom hasil keturunan mengacu pada hubungan pemetaan.

## 5. Mutasi

Mutasi merupakan suatu proses penciptaan individu baru dengan memodifikasi gen dalam individu yang sama. Mutasi ini berfungsi untuk mengganti gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi serta menyediakan gen yang tidak ada dalam populasi awal [14]. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap dilakukan mutasi akan menghasilkan populasi yang bervariasi. Penelitian ini menggunakan *reciprocal exchange mutation* yang mana dipilih dua posisi secara acak, kemudian kedua posisi individu tersebut ditukar. Sehingga proses mutasi ini akan menghasilkan gen yang tidak sama pada anaknya.

## 6. Seleksi

Proses seleksi adalah proses untuk menyaring calon generasi yang baru. Induk yang baik akan mampu untuk menghasilkan anak yang baik. Semakin tinggi nilai *fitness* dari suatu individu maka semakin besar kemungkinannya untuk terpilih [13]. Proses produksi kromosom menggunakan algoritma genetika, baik tidaknya tergantung pada penekanan selektif (*selective pressure*) yang diimplementasikan pada populasi. Metode seleksi yang sering digunakan antara lain seleksi roda *roulette* (*roulette wheel selection*), seleksi ranking (*rank selection*), elitis dan seleksi turnamen (*tournament selection*).

### 6.1. Metode Seleksi *Roulette Wheel*

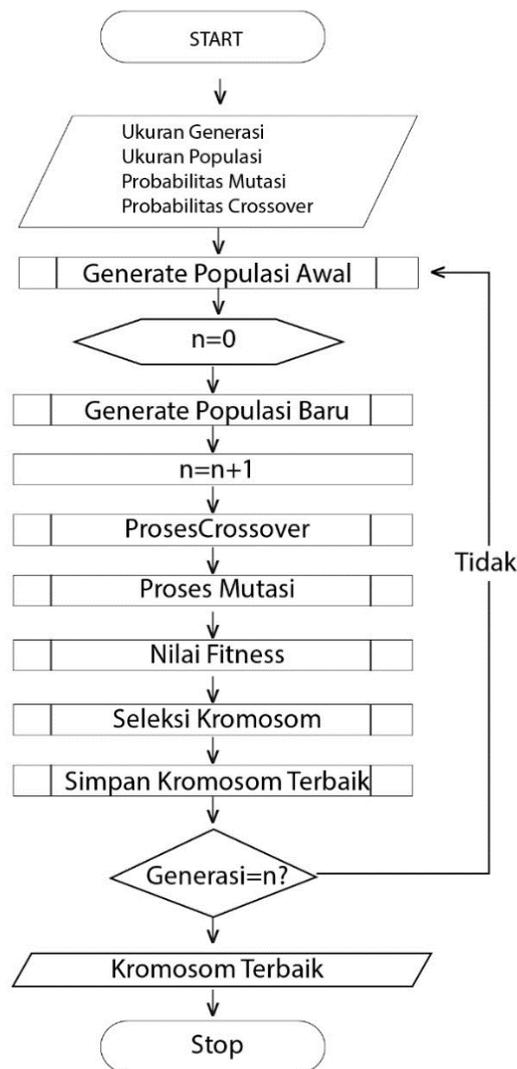
Metode seleksi *roulette wheel* merupakan metode yang paling sederhana serta paling banyak digunakan, dan sering juga dikenal dengan nama *stochastic sampling with replacement*. Pada metode ini, orangtua dipilih berdasarkan nilai *fitness*-nya, semakin baik nilai *fitness*-nya maka semakin besar kemungkinannya untuk terpilih. Diandaikan semua kromosom diletakkan pada sebuah roda *roulet*, besarnya kemungkinan bagi setiap kromosom adalah tergantung dari nilai *fitness*-nya [6].

### 6.2. Metode Seleksi Elitis

Metode Seleksi Elitis memilih individu-individu untuk dipakai pada generasi selanjutnya didasarkan pada urutan nilai *fitness*. Semakin tinggi nilai *fitness*-nya maka individu tersebut akan dipertahankan [6]. Proses seleksi dilakukan dengan mengurutkan semua kromosom pada satu generasi lalu diambil sebanyak ukuran populasi yang diinginkan.

## METODE PENELITIAN

Proses di dalam pencarian jalur terdekat dan tercepat dengan menggunakan algoritma genetika dapat dilihat pada flowchart seperti Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Flowchart Program

Dalam penelitian ini terdapat data antar pelanggan yang berjumlah 30 pelanggan pada dataset dan data waktu ketersediaan pelanggan dibangkitkan secara random yang dimulai dari pukul 07.00 hingga pukul 15.00. Contoh data jarak antar pelanggan dapat dilihat pada Tabel 1 dan untuk contoh data waktu ketersediaan pelanggan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Contoh data jarak antar pelanggan

Tujuan	0	1	2	3	4	5
0	0	6	12	11	7	8
1	6	0	7	5	5	5
2	12	7	0	7	12	11
3	11	5	7	0	9	11
4	7	5	12	9	0	14
5	8	5	11	11	14	0

Tabel 2. Contoh data waktu ketersediaan pelanggan

TUJUAN	Ketersediaan Waktu
0	07.00-15.00
1	07.00-13.00
2	13.00-15.00
3	11.00-13.00
4	08.00-12.00
5	07.00-08.00

Dan untuk proses pertama yaitu dengan cara menginisialisasikan parameter awal seperti berikut.

- (1) Menginputkan tujuan dan waktu ketersediaan untuk masing-masing pelanggan.
- (2) Ukuran dari masing-masing individu pada setiap populasi.
- (3) Ukuran dari generasi.
- (4) Probabilitas *crossover* atau persilangan.
- (5) Probabilitas Mutasi.

Setelah menginisialisasikan parameter awal tersebut, maka akan dilanjutkan dengan membangkitkan populasi awal dengan jumlah panjang kromosom tersebut sama dengan banyaknya tujuan yang akan dituju, untuk banyaknya populasi harus sesuai dengan jumlah individu yang telah diinisialisasikan sebelumnya. Apabila sudah mendapatkan populasi awal, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *crossover* dan mutasi. Dalam proses *crossover* dan mutasi, populasi diambil untuk dijadikan calon induk, yang mana pemilihan induk tersebut dilakukan secara random untuk menghasilkan anak sebanyak probabilitas *crossover* dan mutasi.

Pada proses selanjutnya akan dilakukan perhitungan *fitness* untuk semua kromosom dari semua proses pada generasi ini. Proses perhitungan nilai *fitness* dengan menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2. Kemudian dilanjutkan dengan menyeleksi kromosom untuk diproses pada generasi selanjutnya dan memilih kromosom dengan nilai *fitness* terbaik. Pemilihan kromosom terbaik dilakukan dengan cara membandingkan nilai *fitness* terbaik pada setiap generasinya. Proses seleksi melibatkan semua kromosom dari generasi awal hingga kromosom hasil dari proses *crossover* dan mutasi. Sehingga menampilkan kromosom yang memiliki nilai *fitness* tertinggi dari semua generasi.

Namun, di dalam perhitungan seperti ini tidak ada metode pasti untuk menentukan parameter genetika yang digunakan seperti probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi, ukuran populasi dan ukuran generasi [4]. Penelitian ini dilakukan beberapa rangkaian sekenario uji coba. Sekenario uji coba yang dilakukan antara lain adalah: (1) Uji coba membandingkan metode seleksi *roulette wheel* dan metode seleksi elitis. (2) Uji coba untuk menentuka ukuran generasi yang optimal. (3) Uji coba untuk menentukan ukuran populasi yang optimal. (4). Uji coba untuk mencari kombinasi probabilitas mutasi dan probabilitas *crossover* yang optimal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil dan Analisa Pengujian Perbandingan Metode Seleksi *Roulette wheel* dan Elitis

Pada pengujian pertama, penelitian ini melakukan penyeleksian menggunakan metode seleksi elitis dan metode seleksi *roulette wheel*. setiap metode seleksi dilakukan

sebanyak 10 kali percobaan dengan ukuran sebanyak 40 populasi dan 1000 generasi serta kombinasi probabilitas dari *crossover* dan mutasi adalah 0,5.

Grafik menunjukkan hasil 10 kali percobaan dari metode seleksi *roulette wheel* selalu berada dibawah nilai *fitness* dari percobaan dengan menggunakan metode seleksi elitis. Pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa metode seleksi elitis cenderung menghasilkan nilai *fitness* yang cukup stabil dibandingkan dengan metode seleksi *roulette wheel* yang naik turun terlalu jauh sehingga tidak stabil. Fungsi tujuan untuk sistem optimasi rute antar jemput *laundry* dihitung dengan persamaan 1 dan 2 [4].

Sebagai contoh perhitungan dengan metode elitis dapat menghasilkan nilai *fitness* yang lebih besar akibat penyeleksiannya dan mengambil node [0-2-3-4-1-5], dengan menggunakan fungsi pada Persamaan 1 dan 2 tersebut maka dapat dijelaskan seperti berikut.

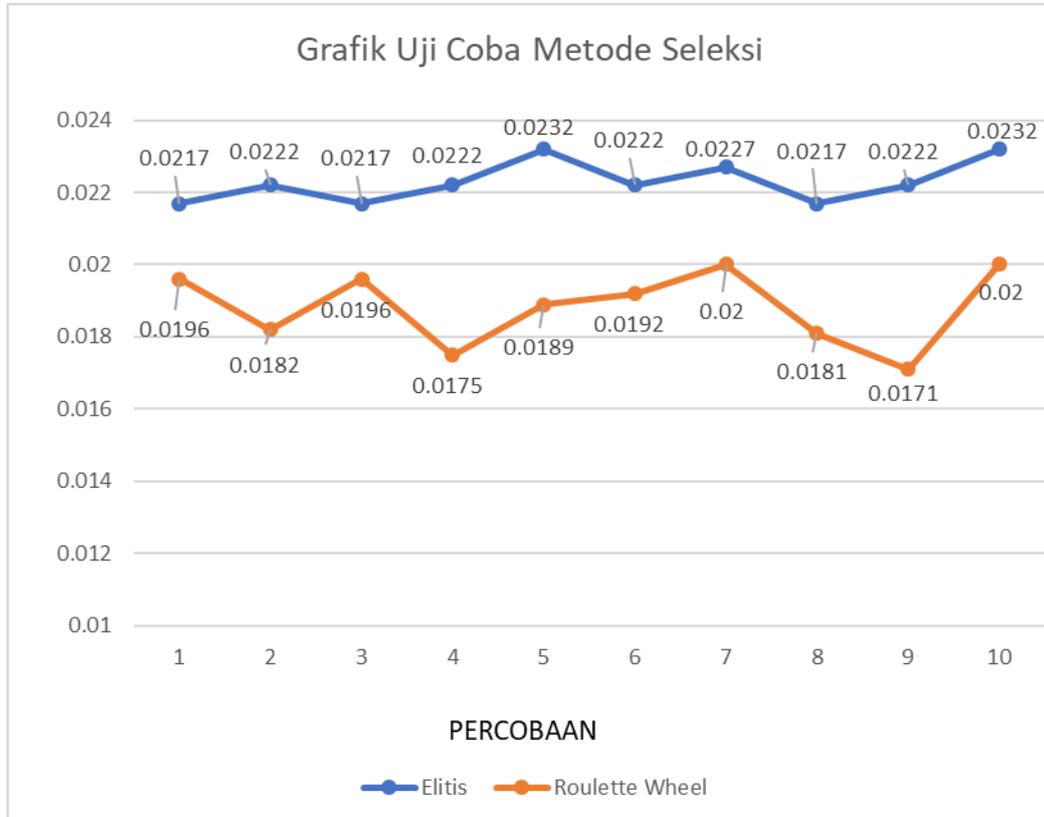
$F_x = 12 + 7 + 9 + 5 + 5 + 8$  maka akan menghasilkan 46 , lalu akan dilanjutkan untuk mencari nilai *fitness* di bawah ini.

Nilai  $Fitness = 1/46 = 0,217$ .

Sedangkan pada metode Roulette Wheel hanya mengambil node random, seperti menggunakan node [0-1-2-3-4-5] yang juga dihitung dengan menggunakan fungsi pada Persamaan 1 dan 2 seperti di atas.

$F_x = 6 + 7 + 7 + 9 + 14 + 8$  maka akan menghasilkan 51 , lalu akan dilanjutkan untuk mencari nilai *fitness* di bawah ini.

Nilai  $Fitness = 1/51 = 0,0196$



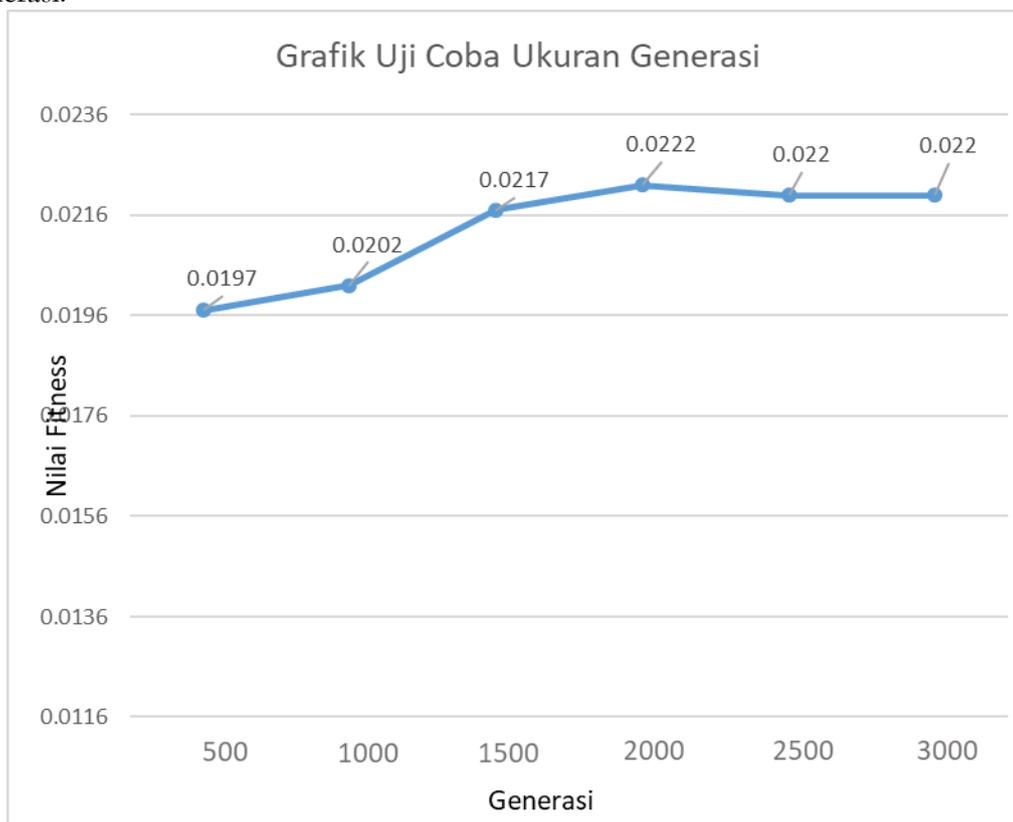
Gambar 2. Grafik Perbandingan Metode Seleksi

Dari uji coba diatas bisa ditarik kesimpulan dimana seleksi menggunakan metode elitis lebih tepat dalam menyelesaikan masalah *traveling salesman problem with time windows*. Karena individu-individu terbaik atau tertinggi *fitness*-nya yang dipilih pada metode seleksi elitis menjadi indukan yang akan diproses untuk generasi selanjutnya, sedangkan untuk metode *roulette wheel* setiap individu dapat menjadi induk untuk proses generasi selanjutnya, sehingga nilai *fitness* yang dihasilkan pada setiap percobaan cenderung tidak stabil.

## 2. Hasil dan Analisa Pengujian Ukuran Generasi

Pada pengujian kedua, penelitian ini melakukan pencarian ukuran generasi. Setiap ukuran generasi dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan ukuran 40 populasi, untuk ukuran generasi adalah kelipatan 500 sehingga dimulai dari 500 hingga 3000 generasi dan kombinasi probabilitas dan mutasi adalah 0,3. Metode seleksi yang digunakan adalah metode seleksi elitis.

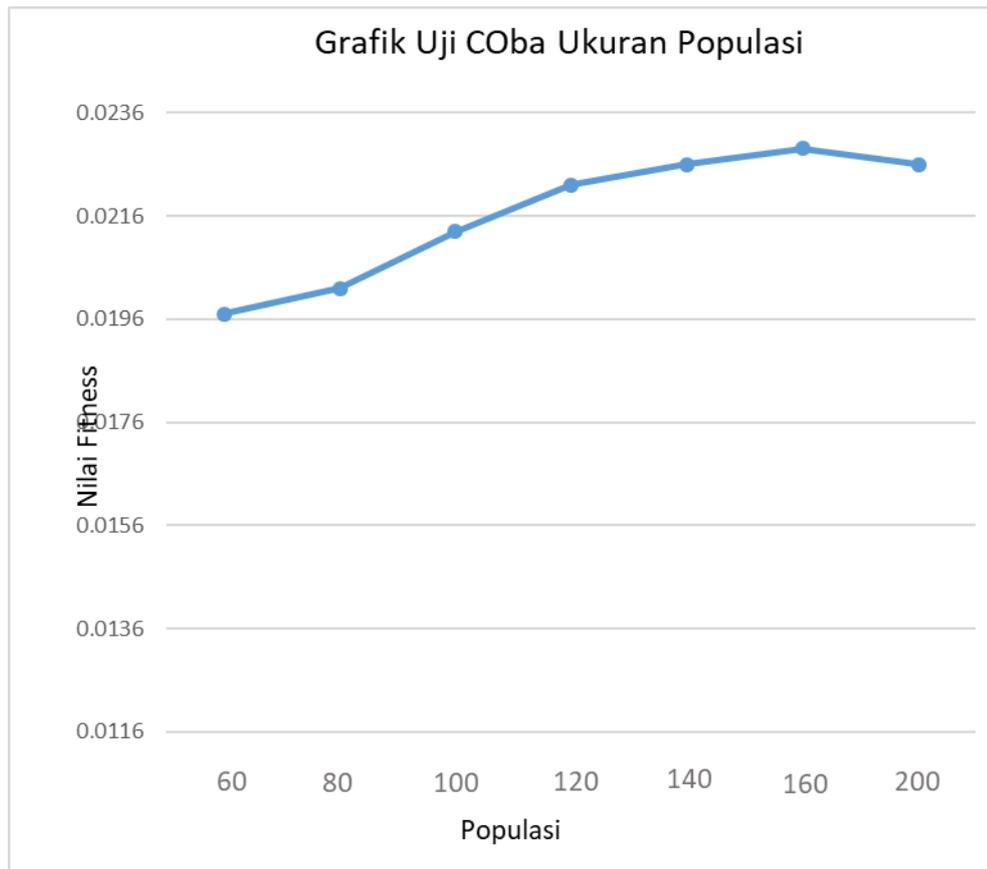
Pada gambar dibawah bisa dilihat bahwa ukuran generasi berpengaruh terhadap hasil proses algoritma genetika. Percobaan yang dilakukan terdapat nilai generasi terendah 500 dikarenakan proses algoritma genetika belum optimal karena masih kurangnya jumlah generasi.



Gambar 3. Grafik Ukuran Generasi

## 3. Hasil dan Analisa Pengujian Ukuran Populasi

Pada pengujian ketiga, penelitian ini melakukan pencarian ukuran populasi. Setiap ukuran populasi dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan ukuran 60 hingga 200 populasi dengan kelipatan sebanyak 40 populasi, untuk ukuran generasi adalah 1500 generasi dan kombinasi probabilitas *crossover* dan mutasi adalah 0,3. Metode seleksi yang digunakan adalah metode seleksi elitis.



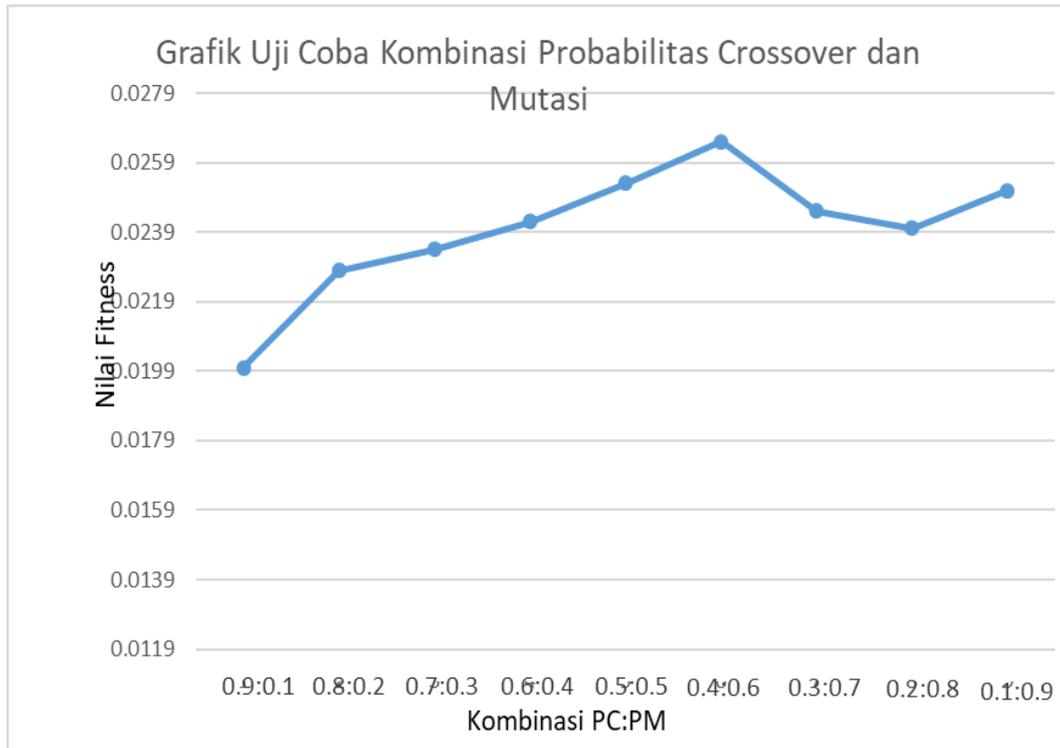
Gambar 4. Grafik Ukuran Populasi

#### 4. Hasil dan Analisa Pengujian Kombinasi Probabilitas *Crossover* dan Mutasi

Pada pengujian keempat, penelitian ini melakukan pencarian kombinasi probabilitas *crossover* dan mutasi yang optimal. Penentuan kombinasi tingkat *crossover* dan mutasi sangat penting dilakukan untuk memperoleh solusi yang baik dengan cara melihat nilai yang mendekati optimum. Pada kondisi tingkat *crossover* yang terlalu besar serta tingkat mutasi yang kecil akan menghilangkan kesempatan dari algoritma genetika dalam mengeksplorasi daerah pencarian yang baru. Pada kondisi sebaliknya, tingkat *crossover* yang kecil dan tingkat mutasi yang besar maka algoritma genetika tidak mampu mengeksplorasi daerah optimum lokal [7][8].

Setiap kombinasi probabilitas *crossover* dan mutasi dilakukan 20 kali percobaan. Ukuran populasi adalah 40 populasi, ukuran generasi adalah 1500 generasi dan kombinasi probabilitas *crossover* dan mutasi adalah 0,1 : 0,9 sampai 0,9 : 0,1. Metode seleksi yang digunakan adalah elitis. Hasil uji coba bisa dilihat pada grafik Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5 rata-rata nilai *fitness* terbesar terdapat pada kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi 0,4:0,6 dengan rata-rata nilai *fitness* adalah 0,00265. Berdasarkan Gambar 5 bisa dilihat rata-rata nilai *fitness* semakin ketengah maka grafik semakin memuncak dengan kombinasi probabilitas *crossover* 0,4 dan probabilitas mutasi sebagai puncak tertingginya. Berarti kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang terbaik untuk menyelesaikan masalah *TSP-TW* adalah 0,4:0,6.



Gambar 5. Grafik Kombinasi Probabilitas *Crossover* dan Mutasi

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa algoritma genetika dapat diterapkan pada pencarian rute optimal untuk menyelesaikan masalah antar jemput *laundry* dengan kendala *time windows*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan ukuran generasi, ukuran populasi, probabilitas *crossover* dan mutasi serta metode seleksi yang tepat. Kemudian dilakukan seleksi sehingga didapatkan hasil dari nilai *fitness* terbaik. Seleksi dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode seleksi elitis dan metode seleksi *roulette wheel*. Penggunaan metode seleksi elitis lebih stabil dari pada menggunakan metode seleksi *roulette wheel*. Didapatkan nilai ukuran generasi yang optimal adalah 2000 dengan probabilitas *crossover* dan mutasi optimal adalah 0,4 dan 0,6. Dataset yang berbeda dapat mempengaruhi nilai optimal suatu parameter algoritma genetika. Dari nilai-nilai parameter tersebut dapat memberikan solusi untuk melayani pelanggan dengan *time window*.

## SARAN

Untuk mengembangkan penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dalam penyelesaian masalah pencarian rute tercepat menggunakan data kepadatan lalu lintas yang dilalui setiap jalur serta diambil secara *real time*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gambardella, L. M, Taillard, E., & Agazzi, G. 1999, *A Multiple Ant Colony System For Vehicle Routing Problems With Time Windows*. *New Ideas in Optimization* : McGraw-Hill, London.

- [2] Suprayogi, Dwi Aries & Mahmudy, WF, Optimasi Rute Antar Jemput Laundry Dengan Time Windows (TSPTW) Menggunakan Algoritma Genetika.
- [3] Anita Desiani dan Muhammad Arhami, 2006, *Konsep Kecerdasan Buatan*, Andi, Yogyakarta.
- [4] Mahmudy, F. W. 2013a, *Algoritma Evolusi*. 2013a.Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
- [5] Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS .2014, 'ybrid genetic algorithms for part type selection and machine loading problems with alternative production plans in flexible manufacturing system, *ECTI Transactions on Computer and Information Technology (ECTI-CIT)*, vol. 8, no. 1, pp. 80-93.
- [6] Ratna Wati D. A. , 2011, *Sistem Kendali Cerdas*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [7] Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS. 2013b, Real coded genetic algorithms for solving flexible job-shop scheduling problem – Part II: optimization, *Advanced Materials Research*, vol. 701, pp. 364-369.
- [8] Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS 2012, Solving part type selection and loading problem in flexible manufacturing system using real coded genetic algorithms – Part II: optimization, *International Conference on Control, Automation and Robotics*, Singapore, 12-14 September 2012, World Academy of Science, Engineering and Technology, pp. 706-710.
- [9] Nugraha, Dwi Cahya Astriya & Mahmudy, WF, Optimasi Vehicle Routing Problem With Time Windows Pada Distribusi Katering Menggunakan Algoritma Genetika Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- [10] Damayanti, Chusnah Puteri & Putri, Rekyan Regasari Madi, Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Customer Service.
- [11] Suprayogi, Dwi Aries & Mahmudy, WF, Penerapan Algoritma Genetika Traveling Salesman Problem with Time Window: Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry.
- [12] Sundarningsih, Dita & Mahmudy, WF, Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW) Studi Kasus Air Minum Kemasan.
- [13] Widodo, Agus Wahyu, & Mahmudy, Wayan Firdaus. (2010), Penerapan algoritma genetika pada sistem rekomendasi wisata kuliner. *Kursor*, 5(4), 205-211.
- [14] Zukhri, Z. (2004), Penyelesaian Masalah Penugasan dengan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 5.
- [15] Fachrurrazi, Sayed, Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Pendistribusian Pupuk Di PT Pupuk Iskandar Muda Aceh Utara.