

OPTIMASI RUTE TEKNOLOGI INDIHOME DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DAN TSP (*TRAVELLING SALESMAN PROBLEM*)

Try Feby Ramadonna¹, Ade Silvia², Ciksadan³

^{1,2}Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya

³ Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Srijaya Negara No.30193, Palembang, Indonesia

e-mail: tryfeby@gmail.com¹, adesilvia@polsri.com², ciksadan@polsri.com³

Abstrak – Paper ini membahas tentang penyelesaian masalah pada rute atau jalur yang bertujuan untuk mencari solusi yang optimal. Dalam proses penyelesaian permasalahan ini, akan digunakan metode algoritma genetika dan TSP dalam menyelesaikan dan mencari solusi yang optimal pada jalur atau rute. Proses algoritma genetika mengikuti prinsip seleksi alam untuk mencari rute terpendek, sedangkan TSP (*Travelling Salesman Problem*) mencari rute terpendek dengan prinsip pedagang keliling. Rute terpendek dicari pada perangkat ODP (*Optical Distribution Point*) pada teknologi *indihome* yang menggunakan jaringan akses FTTH. Hasil dan pembahasan didapatkan rute yang optimal sebesar 4.447 km pada generasi 38 dengan perhitungan algoritma genetika dan bantuan metode TSP sebanyak 40 generasi. Rute tersebut mempengaruhi kinerja pada proses penransmisian data pada jaringan akses FTTH, ketika redaman pada jaringan ini kurang dari 28 dB (berdasarkan *International Telecommunication Union*).

Kata kunci – Algoritma Genetika, TSP, FTTH, Optimasi.

I. PENDAHULUAN

Optimasi merupakan suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif dari sebelumnya[1]. Proses optimasi dibutuhkan algoritma yang dapat menyelesaikan suatu permasalahan dengan cepat dan tepat. Setiap prosedur komputasi yang terdefinisi dengan baik yang mengambil beberapa nilai, sebagai masukan dan menghasilkan beberapa nilai dapat dikatakan algoritma. Jenis algoritma optimasi yang sering digunakan adalah algoritma partikel swarm, algoritma koloni semut, algoritma genetika, algoritma berbasis jaringan syaraf tiruan, optimasi fuzzy dan simulated annealing[1]. Namun dari beberapa jenis algoritma tersebut yang sering digunakan adalah algoritma genetika. Algoritma genetika adalah cabang dari algoritma evolusi yang prinsip kerjanya berdasarkan teori evolusi charles darwin, dan mengikuti proses seleksi alam[2]. Algoritma genetika sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan[3], hal itu dikarenakan algoritma ini meniru teori evolusi sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di dunia nyata[4]. Selain itu algoritma ini tidak hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi pada rute saja melainkan penjadwalan dan apa saja yang berkaitan dalam

permasalahan pemilihan yang terbaik maupun terefektif. selain itu akan digunakan metode TSP yang dapat mendukung mempercepat proses pencarian rute atau optimasi rute. TSP adalah persoalan pedagang keliling (*travelling salesman problem*) merupakan persoalan optimasi untuk mencari perjalanan terpendek bagi pedagang keliling yang ingin berkunjung ke beberapa kota[7]. Di gunakan kedua metode tersebut agar didapatkan rute yang optimal lebih cepat dan efektif.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat mempengaruhi masyarakat untuk mendapatkan layanan yang mampu memenuhi semua layanan. Teknologi jaringan yang dapat memenuhi permintaan masyarakat sekarang adalah FTTH (*Fiber To The Home*) yang terdapat pada teknologi *Indihome*[5]. Sarana komunikasi pada jaringan ini menggunakan serat optik sebagai media utamanya sampai ke pelanggan[6]. Namun, implementasi pada teknologi jaringan FTTH masih baru sehingga belum matangnya metode dalam perancangan jaringan FTTH pada suatu kawasan apabila sewaktu-waktu bertambahnya permintaan pelanggan, untuk menghindari perubahan jalur dan pengulangan pembangunan infrastruktur pada jaringan FTTH oleh karena itu perlu adanya optimalisasi pada jaringan tersebut. Jaringan FTTH ini akan dilakukan optimalisasi rute atau jalur pada jaringan tersebut, sehingga dapat meminimalkan rute atau jalur, yang akan menghasilkan redaman yang minim sesuai dengan standar ITU (*International Telecommunication Union*)[5].

II. METODE PENELITIAN

A. Algoritma Genetika

Algoritma genetika cabang dari algoritma evolusi merupakan metoda yang biasa digunakan untuk memecahkan permasalahan suatu pencarian nilai dalam masalah optimasi. Dasar dari algoritma genetika ini adalah proses genetik yang terjadi pada makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam “siapa yang kuat maka akan bertahan (*survive*)”[3]. Menurut teori evolusi, Algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

1) *Nilai Fitness*: Nilai fitness adalah nilai dalam bentuk baik tidaknya suatu solusi (individu). Suatu individu dievaluasi pada suatu fungsi tertentu sebagai ukuran

performansinya. Nilai *fitness* ini dinyatakan sebagai acuan dalam mencapai nilai optimal dalam algoritma genetika. Tujuan dari Algoritma genetika adalah untuk mencari kromosom atau individu dengan nilai *fitness* yang paling tinggi. Kromosom atau Individu yang bernilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan kromosom atau individu yang bernilai *fitness* rendah akan mati.

2) *Seleksi* : Pada proses ini akan diseleksi induk dan menghasilkan individu yang baik, karena apabila pada proses seleksi mendapatkan individu yang baik dan kuat maka akan memiliki kemungkinan untuk melakukan reproduksi. Tujuan dari proses seleksi ini adalah mendapatkan calon induk yang baik. “induk yang baik akan menghasilkan keturunan yang baik”. Semakin tinggi nilai *fitness* suatu individu semakin besar kemungkinan untuk dipilih.

Proses seleksi terdapat beberapa metode yang sering digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini, yaitu mesin roulette, turnamen seleksi, dan lain-lain.

3) *Crossover*: *Crossover* adalah proses penting yang ada pada algoritma genetika yang memproses dua induk untuk membuat individu baru (offspring). Proses ini menghasilkan titik baru dalam ruang pencarian yang siap untuk di uji. Proses ini tidak selalu dilakukan pada semua individu yang ada, tetapi individu dipilih secara acak. Namun individu yang dipilih secara acak atau random tidak boleh memiliki nilai populasi yang sangat kecil hal ini dapat berakibat buruk. Suatu cara untuk mengatasi masalah pertukaran seluruh kromosom atau individu digunakan suatu aturan bahwa pindah silang hanya bisa dilakukan dengan suatu probabilitas tertentu, artinya pindah silang bisa dilakukan hanya jika suatu bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas yang ditentukan tersebut.

Prinsipnya adalah melakukan proses pertukaran pada gen-gen atau individu-individu yang bersesuaian dari dua induk untuk menghasilkan individu baru. Proses rekombinasi ada beberapa jenis, yaitu :

- *Multi Point Crossover*

Multi point crossover adalah generalisasi dari satu titik *crossover* dimana segmen bolak-balik ditukar untuk mendapatkan kromosom baru.

- *One Point Crossover*

One Point crossover prosesnya adalah dipilih titik *crossover* acak pada ujung kedua orang tuanya ditukar untuk mendapatkan kromosom baru.

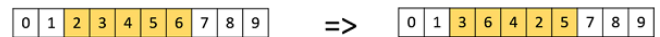
4) *Mutasi Gen* : Proses pada algoritma Genetika yang

terakhir adalah proses mutasi gen. Proses ini berperan untuk menggantikan dari satu gen ke gen yang lain. Proses ini kromosom anak dimutasi dengan menambahkan nilai random yang sangat kecil dan nilai probabilitas yang rendah. Tidak semua kromosom di mutasi, kromosom yang dimutasi harus memiliki nilai yang paling rendah dari

probabilty mutation. Pada proses mutasi ini ada beberapa jenis yaitu:

a) *Scramble Mutation*

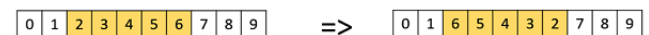
Metode ini populer dengan representasi permutasi. Hasil keseluruhan kromosom, sebagian gen dipilih dan nilainya dikocok secara acak.



Gambar 1. *Scramble Mutation*

b) *Inversion Mutation*

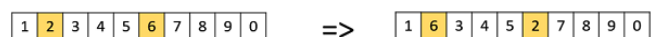
Dalam mutasi inversi, caranya memilih subset dari gen seperti pada mutasi berebut, tapi alih-alih mengocok subset, dan hanya membalik seluruh string di subset.



Gambar 2. *Inversion Mutation*

c) *Swap Mutation*

Mutasi swap, kita memilih dua posisi pada kromosom secara acak, dan menukar nilai. Ini umum terjadi pada permutasi berbasis encodings.



Gambar 3. *Swap Mutation*

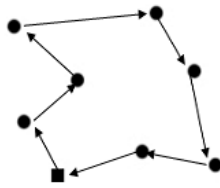
B. *TSP (Travelling Salesman Problem)*

Kasus TSP memiliki masalah yang tidak mudah, karena terdapat banyak kombinasi alur rute yang mungkin terjadi seiring dengan banyaknya kota yang akan dikunjungi dan juga harus memperhatikan aturan yang berlaku. Bentuk sederhana dari representasi TSP ke dalam bentuk graf dapat dilihat pada gambar 4. Berdasarkan gambar 4, terdapat tujuh titik kota yang harus dikunjungi salesman dan satu titik persegi yang didefinisikan sebagai rute awal dan rute akhir dalam membangun rute perjalanan. Proses pencarian rute, terlebih dahulu harus telah diketahui jarak-jarak yang menghubungkan tiap-tiap kota. Namun, jika jarak-jarak tidak diketahui, maka jarak dapat dihitung berdasarkan koordinat dari tiap-tiap titik



Gambar 4. Titik Kota yang dilewati

Setelah jarak yang menghubungkan tiap kota diketahui, maka rute terpendek dapat dicari dengan mencoba semua kombinasi dan menjumlahkan jarak dari kombinasi tersebut sehingga didapatkan rute seperti pada gambar 5.



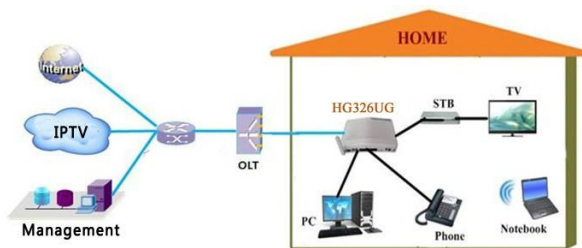
Gambar 5 Rute terpendek yang didapat

C. Teknologi Indihome

Teknologi *IndiHome* atau *IndiHome Fiber* ini adalah produk terbaru dari Telkom Indonesia, produk ini dilengkapi dengan layanan Triple Play (Internet Fiber, Telepon Rumah dan UseeTV). Pada teknologi ini digunakan kabel fiber optik atau lebih dikenal dengan serat optik dalam proses pengoperasian atau pentransmisian datanya. Dengan di gunakan teknologi indihome dapat mengakses internet cepat dan stabil karena di dukung oleh jaringan fiber optik yang mampu mengirim data hingga 1 Gb per detik.

Serat optik atau serat kaca merupakan saluran transmisi atau sejenis kabel yang dapat digunakan sebagai saluran telepon yang fisiknya terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, serat optik ini dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain[8].

Jenis kabel yang sering digunakan adalah jenis kabel aerial atau kabel yang digunakan pada tiang dan kabel subduct yang biasa digunakan untuk kabel feeder yang ditanam diranah. Teknologi serat optik atau fiber optik di implementasikan pada sebuah sarana komunikasi yang dikenal dengan FTTH (*Fiber To The Home*). FTTH adalah penghantaran isyarat dengan kabel fiber optik dari pusat penyedia (provider) ke kawasan pengguna. Penerapan serat optik pada FTTH ini merupakan kemajuan dari perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. [5]



Gambar 6 Teknologi Jaringan FTTH pada Teknologi Indihome

FTTH memiliki 3 perangkat yang sangat penting untuk mendukung proses kerjanya, berikut adalah perangkatnya :

1) *OLT (Optical Line Terminal)*: yang biasanya terletak pada STO, perangkat ini berfungsi untuk melakukan konversi sinyal listrik menjadi sinyal optik yang di kemudian di transmisikan pada perangkat FTTH. Jarak maksimum didukung untuk transmisi di seluruh ODN adalah 20 km [5].



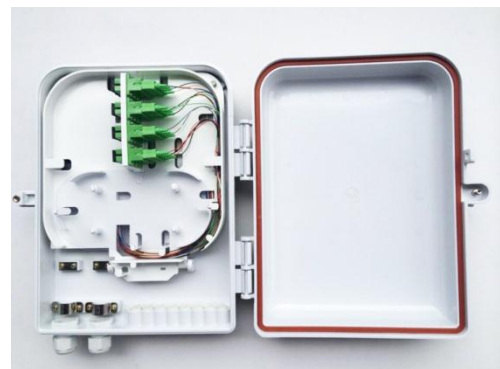
Gambar 6. OLT (*Optical Line Terminal*)

2) *ONT (Optical Network Terminal)*: Fungsi ONT adalah menerima sinyal optik yang ditransmisikan pada perangkat FTTH kemudian mengkonversikan kembali pada bentuk yang diinginkan, yaitu data, suara dan video. ONT terletak pada lokasi di tempat pelanggan.



Gambar7. ONT (*Optical Network Terminal*)

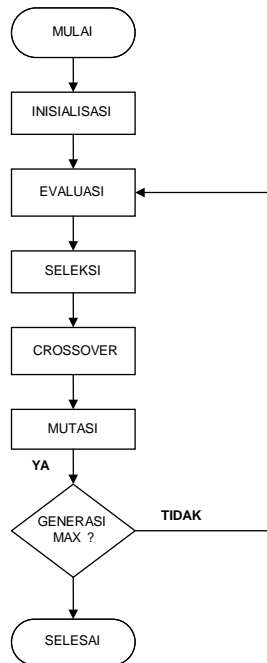
3) *Splitter*: *Splitter* adalah perangkat pasif yang berfungsi untuk memisahkan daya optik dari satu input serat ke dua atau beberapa output serat yang telah ditentukan. Yang dimaksud perangkat pasif adalah splitter tidak memerlukan sumber energi eksternal dan optimasi tidak dilakukan terhadap daya yang digunakan terhadap pelanggan yang jaraknya berbeda dari node splitter dan splitter pun memiliki rasio dalam penggunaan. Rasio splitter yang digunakan pada ODC yaitu 1:4, sedangkan rasio splitter yang digunakan pada ODP biasanya 1:8[9]. Berikut adalah komponen *splitter* yang digunakan pada Gambar 8.



Gambar 8. Splitter

D. Optimalisasi dengan Algoritma Genetika

Metode penelitian yang akan di gunakan pada proses pencarian rute optimasi pada jaringan akses *fiber to the home* yaitu metode yang biasa di gunakan pada proses algoritma genetika, berikut adalah metodologi penelitiannya.



Gambar 9. Flowchart Proses Algoritma Genetika

Gambar 9. merupakan flowchart proses dari metode algoritma genetika. Proses dari metode algoritma genetika ini akan berhenti sesuai dengan banyaknya generasi yang telah ditentukan atau telah mendapatkan rute yang paling optimum[11]. Proses ini akan disimpan sebanyak 2 kromosom pada setiap 12 generasi, proses tersebut dapat dikatakan elitsm. Hal tersebut dilakukan agar tidak merusak gen tersebut apabila dilakukan secara berulang[11]. Penelitian kali ini akan dilakukan proses tersebut atau generasi sebanyak 40.

E. Perancangan Sistem Pemodelan TSP

Selain melakukan perhitungan manual dengan algoritma genetika, penelitian ini akan didukung dengan pemodelan TSP (*Travelling Salesman Problem*) untuk membantu proses mempercepat perhitungan manual.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat ODP (*Optical Distribution Optical*) di pasang pada kawasan perumahan berdasarkan tempat yang memiliki rumah yang paling banyak penduduknya, hal tersebut dikarenakan perangkat ini tidak memiliki parameter jarak pemasangan.

Pemetaan lokasi yang dipetakan berdasarkan penduduk yang paling banyak, aplikasi Google Earth digunakan untuk menggambarkan titik lokasi kependudukan di perumahan

pusri. Selanjutnya untuk memodelkan permasalahan dalam TSP agar dapat di implementasikan di AG, maka perlu diketahui titik lokasi perangkat dan rutenya.



Gbr. 10 Rute dan perangkat ODP

Gambar. 10 merupakan Rute dan perangkat ODP yang telah didesain dengan jarak awal 7,5622 Km. Berdasarkan gambar diatas, berikut adalah titik koordinat dari masing-masing titik lokasi :

Tabel 1. titik lokasi dari seluruh odp

Lokasi	latitude	longitude
FS 01	331.017	11667.05
FS 02	331.004	11667.16
FS 03	330.988	11667.05
FS 04	330.937	11667.04
FS 05	330.937	11667.04
FS 06	330.9	11667.04
FS 07	330.924	11667.04
FS 08	330.927	11666.99
FS 09	330.937	11666.93
FS 10	330.944	11666.89
FS 11	330.976	11666.87
FS 12	330.919	11666.78
FS 13	330.868	11666.83
FS 14	330.923	11666.92
FS 15	330.854	11666.89
.	.	.
.	.	.
.	.	.
FS 52	330.611	11666.3
FS 61	330.491	11666.45

Berikut adalah beberapa sampel diatas akan disajikan dalam bentuk titik koordinat

Tabel 2. Titik lokasi untuk 5 odp

Lokasi	latitude	longitude
FS 01	331.017	11667.05
FS 02	331.004	11667.16
FS 03	330.988	11667.05
FS 04	330.937	11667.04
FS 05	330.937	11667.04

Di lakukan perhitungan jarak antar titik menggunakan rumus :

$$(x,y) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

Proses ini dilakukan dengan Matlab 7, untuk mempercepat proses perhitungan, sehingga didapatkan :

Tabel 3. titik matrik jarak 5 odp

0	1	2	3	4	5
1	0	0.1108	0.1216	0.1209	0.1374
2	0.1108	0	0.029	0.0297	0.0806
3	0.1216	0.029	0	0.7879	0.051
4	0.1209	0.0297	0.7879	0	0.052
5	0.1374	0.0806	0.051	0.052	0

Beikut adalah contoh cara penyelesaian menggunakan algoritma genetika :

1) *Pembangkitan Populasi Awal*: Inisialisasi populasi dilakukan dengan cara memberikan nilai pada suatu kromosom pada data penelitian, dan kemudian banyaknya kromosom dibangkitkan secara acak yang memiliki titik lokasi sebanyak 5, kemudian ditentukan populasi sebanyak 8 kali.

2) *Evaluasi*: Pada proses evaluasi, evaluasi yang dimaksud adalah mencari nilai fitness dengan menghitung jarak pada kromosom yang telah ditentukan, berdasarkan dengan tabel matriks, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 1} &= (5 \gg 2) + (2 \gg 1) \\ &+ (1 \gg 3) + (3 \gg 4) + (4 \gg 5) \\ &= 0.0806 + 0.1108 + 0.1216 + 0.7879 + 0.052 \\ &= 1.1529 \end{aligned}$$

Fitness kromosom =

$$\frac{1}{1.1529}$$

$$= 0.1032$$

Pada proses evaluasi kromosom 4 memiliki nilai fitness tertinggi dan nilainya pun sama, yaitu 2.476 dengan susunan kromosom = [5 3 4 1 2]. Jarak rute yang didapatkan adalah 0.4038 Km.

3) *Seleksi*: Proses selanjutnya adalah seleksi, sebelum melakukan proses seleksi dengan cara roulette wheel.

Proses seleksi dengan roulette wheel, diperlukan sebuah nilai yang dibangkitkan secara acak sesuai dengan populasi yang ada, dan nilai yang dibangkitkan tidak boleh > 1. Nilai acak akan di bangkitkan dengan cara menggunakan aplikasi matlab 2007. Kemudian di dapatkan nilai :

$$R_1 = 0.1576$$

$$R_2 = 0.9706$$

$$R_3 = 0.9572$$

$$R_4 = 0.4854$$

$$R_5 = 0.8003$$

$$R_6 = 0.1419$$

4) *Crossover* : Crossover yaitu proses kawin silang antar kromosom yang memiliki nilai Pc atau Probabilitas Crossovernya dibawah dari nilai yang ditentukan, yaitu 0.5. Namun sebelum membangkitkan nilai acak, pasangkan dulu kromosom secara acak, misal susunannya adalah sebagai berikut :

Bangkitkan nilai acak tidak boleh > 1. Lalu lakukan proses kromosom pada pasangan yang memiliki nilai acak dibawah Pc yaitu 0.5. contoh bilangan acak yang dibangkitkan adalah :

$$R_1 = 0.7922$$

$$R_2 = 0.9595$$

$$R_3 = 0.0357$$

Bilangan acak yang sudah dibangkitkan, dapat dilihat terdapat satu nilai yang < Pc yaitu R_3 (kromosom 1 dan 6) maka metode yang akan dilakukan pada proses crossover ini adalah multi point crossover sebagai berikut :

Apabila dilakukan proses dengan metode *multipoint crossover* sebagai berikut :

$$\text{Induk 1} = 5 \ 2 \ 1 \ 3 \ 4$$

$$\text{Induk 6} = 3 \ 4 \ 5 \ 2 \ 1$$

Kemudian adalah dengan menukar nilai pada induk yang telah dipotong ke induk pasangannya.

$$\text{Offspring} = 5 \ 4 \ 5 \ 2 \ 4$$

$$\text{Offspring} = 3 \ 2 \ 1 \ 3 \ 1$$

Langkah yang terakhir adalah memastikan bahwa nilai pada gen tidak berulang, apabila berulang lakukan proses pergantian gen pada setiap gen yang berulang sesuai dengan gen yang tidak ada pada individu tersebut.

$$\text{Offspring} = 5 \ 1 \ 3 \ 2 \ 4$$

$$\text{Offspring} = 3 \ 2 \ 4 \ 5 \ 1$$

Proses rekombinasi ini sedikit mengalami perubahan atau tidak sama sekali, hal tersebut dikarenakan jumlah gen yang sedikit. Beda hal nya apabila gen pada kromosom berjumlah puluhan, maka akan mengalami rekombinasi.

5) *Mutasi*: Mutasi merupakan proses terakhir adalah kromosom akan mengalami mutasi. Nilai probabilitas mutasi (Pm) ditentukan sebesar 0.1. lalu membangkitkan lagi nilai secara acak yang tidak boleh > 1.

$$R_1 = 0.6787$$

$$R_2 = 0.7577$$

$$R_3 = 0.7431$$

$$R_4 = 0.3922$$

$$R_5 = 0.6555$$

$$R_6 = 0.0318$$

Berdasarkan bilangan acak yang sudah dibangkitkan, nilai R_8 yang memiliki nilai lebih kecil dari Pm, sehingga hanya kromosom tersebut mengalami mutasi. Proses

dilakukan dengan metode swap mutation dengan bersamaan sebagai berikut :

Pilih secara acak gen mana saja yang akan mengalami proses mutasi dengan swap mutation.

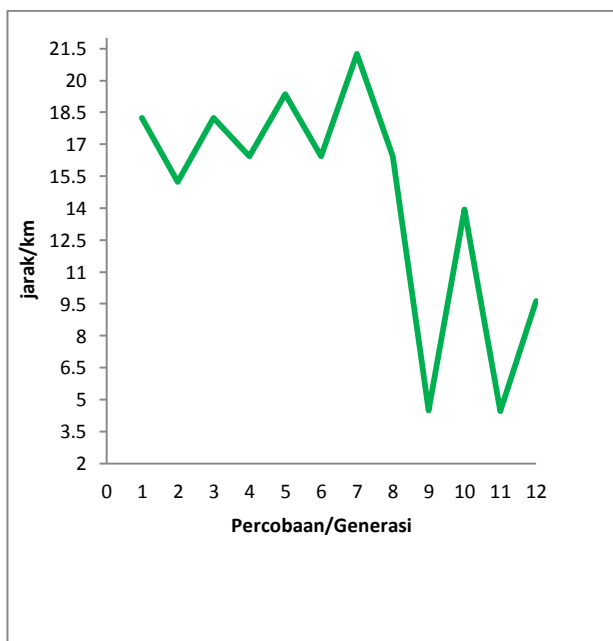
Kromosom = 2 3 1 4 5

Selanjutnya tukar posisi gen pada titik yang telah dipotong, latar merah pada gen mengalami swap mutation dan latar kuning mengalami invers mutation, sehingga :

Kromosom = 5 3 1 4 2

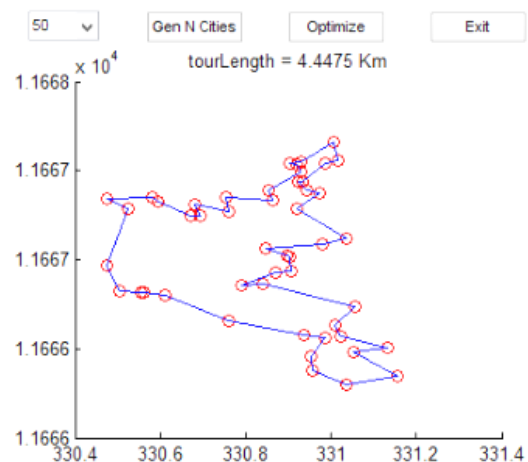
Setelah proses ini, lakukan proses elitism, yaitu penyimpanan kromosom dengan nilai fitness tertinggi agar tidak mengalami kerusakan pada proses selanjutnya. Kemudian lakukan proses ini secara berulang sesuai dengan generasi yang telah ditentukan, atau mendapatkan nilai fitness paling tinggi dan jarak minimum.

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode algoritma genetika dan metode TSP sebanyak 40 generasi, yang setiap 12 generasinya di ambil dua kromosom yang mempunyai jarak teroptimal. Berikut adalah grafik proses pencariannya pada gambar 12.



Gambar 11. Optimasi rute dengan perhitungan Algoritma Genetika dan TSP

Gambar. 12 grafik hasil penelitian diatas yang telah dilakukan. Didapatkan rute yang optimal dengan metode algoritma genetika dengan bantuan TSP yaitu pada generasi ke 43 yaitu sebesar 4.447 Km dengan rute 2-4-3-9-14-10-11-12-37-38-39-40-41-43-42-45-44-25-26-27-29-32-30-31-33-34-28-35-36-49-48-47-46-50-23-22-21-20-24-18-19-17-16-13-15-8-7-6-5-1. Gambar 12. merupakan hasil rute yang di dapat apabila titik dari perangkat ODP di implementasikan pada matlab 2007.



Gambar 12. Hasil Rute yang di implementasikan pada matlab 2007

Rute awal pada fiber optik sebelumnya bernilai 7,5622 Km.

IV. KESIMPULAN

1. Rute optimal yang didapat pada perhitungan algoritma genetika adalah pada generasi ke 38 dan pada algoritma genetika dengan pemodelan TSP.
2. Hasil penelitian dengan perhitungan algoritma genetika dengan pemodelan TSP yang didapatkan adalah sebesar 4.447 Km, lebih optimal dari jarak sebelumnya yaitu sebesar 7,5622 Km.

V. SARAN

Penelitian ini dilakukan pencarian rute yang optimal dengan perhitungan manual dengan algoritma genetika dan bantuan pemodelan metode TSP. Harapan kedepan kedua metode ini dapat di selaraskan pada sebuah aplikasi yang didalam proses tahap dengan algoritma genetiknya memiliki variasi metode yang dapat mempercepat prosesnya.

REFERENSI

- [1] digilib.unila.ac.id/8919/12/BAB%20II.pdf, "Optimalisasi", 2009. Tanggal Akses: 17 Maret 2017
- [2] repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16595/4/Chapter%20II.pdf, pp. 5-18, 1998. Tanggal Akses: 12 Februari 2017
- [3] Sanjoyo, "Aplikasi Algoritma Genetika," *Apl. Algoritma. Genet.*, pp. 1-23, 2006.
- [4] E. Satriyanto, "Algoritma Genetika," pp. 81-87, 2011.
- [5] Aker, Edgar, "FTTH Handbook," 2016.
- [6] E. K. Wadhana and H. Setijono, "Analisa Redaman Serat Optik Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Menggunakan Metode Optical Link Power Budget," *J. Tek. Fis. akultas Teknol. Ind. ITS*, pp. 1-11, 2010.
- [7] I. Manggolo, M. Ihsan, and M. Alaydrus, "Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma Genetika," *InComTech, J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 2, pp. 21-36, 2007.

- [8] H. M. Wahyudi and S. Kom, “Mengenal Teknologi Kabel Serat Optik (Fiber Optic),” pp. 1–19, 1982.
- [9] Jhonson, Malcolm, “Optical, fibres and sysems” 2009.
- [10] Telkom Indonesia, “Modul-1_Jar-Fttx.pdf.”2012 .
- [11] S. R. Pekanbaru and S. R. Pekanbaru, “Pencarian Rute Terbaik Pada Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Genetika pada Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru Lusiana.”