

# ALGORITMA GENETIKA UNTUK OPTIMASI RUTE JARINGAN SERAT OPTIS

*Bela Suyanti<sup>1</sup>, Sugiarto<sup>2</sup>, Oni Yuliani<sup>3</sup>*

Prodi Teknik Elektro, FTI, ITNY

[belasuyanti11@gmail.com](mailto:belasuyanti11@gmail.com)

## Abstrak

*Perubahan jalur dan pengulangan pembangunan infrastruktur kerap terjadi pada proses pembangunan infrastruktur Fiber To The Home (FTTH) yang berbasis jaringan serat optik. Dengan jumlah permintaan pelanggan yang sering bertambah menyebabkan kerugian pada infrastruktur baik dari segi waktu dan biaya. Optimasi rute jaringan serat optik Fiber To The Home (FTTH) berbasis algoritma Genetika menjadi solusi alternatif. Model masalah dari optimasi rute tersebut merupakan menggunakan metode shareching sehingga dibentuk menjadi model TSP (Travel Salesman Problem). Keunggulan dari algoritma Genetika yaitu tidak harus terspesifikasi pada jenis parameter objeknya melainkan berpatokan pada parameter jumlah populasi, cross-over dan mutasi. Hasil simulasi optimasi rute jaringan serat optis dilakukan pada 15 titik koordinat (perumahan Telkom, Kota Poso, Sulawesi Tengah) akan menghasilkan rute terbaik 1 13 11 6 10 8 5 12 9 7 4 2 14 3 15 dan jarak terpendek 241.0694 m pemasangan jaringan serat optis pada infrastruktur Fiber To The Home (FTTH), simulasi berbasis MATLAB Mfile.*

*Kata kunci : Fiber To The Home, Algoritma Genetika, Travel Salesman Problem*

## Abstract

*Changes in paths and repetition of infrastructure development often occur in the Fiber To The Home (FTTH) infrastructure development process based on fiber optic networks. With the number of customer requests that often increase causing losses to the infrastructure both in terms of time and cost. The optimization of the Fiber To The Home (FTTH) fiber optic network route based on Genetic algorithms is an alternative solution. The problem model of the route optimization is using the sharing method so that it is formed into a TSP (Travel Salesman Problem) model. The advantage of the Genetic Algorithm is that it does not have to be specified on the type of object parameter but is based on the parameters of population size, cross-over and mutation. The simulation results of optimizing the optical fiber network route carried out at 15 coordinate points (Telkom housing, Poso City, Central Sulawesi) will produce the best route 1 13 11 6 10 8 5 12 9 7 4 2 14 3 15 and the shortest distance 241.0694, fiber optic network installation on the Fiber To The Home (FTTH) infrastructure, simulation based on MATLAB Mfile.*

*Keywords: Fiber To The Home, Genetic Algorithm, Travel Salesman Problem*

## 1. PENDAHULUAN

Masalah optimasi jarak serat optis pada struktur sistem *Fiber To The Home* (FTTH) dapat dimodelkan menjadi model permasalahan *Travel Salesman Problem* (TSP). Salah satu metode optimasi yang berbasis kecerdasan adalah Algoritma Genetika.

Jaringan paket data atau *packet-based network* merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam penyediaan layanan telekomunikasi dan saat ini jaringan tersebut ditunjang oleh jaringan serat optis (Oktadiasih Muinggar 2007). Salah satu bentuk teknologi telekomunikasi tersebut adalah *Fiber To The Home* (FTTH) (Anderson dkk., 2012). Teknologi FTTH selain mempunyai manfaat yang besar namun juga mempunyai kekurangan yaitu pada segi perancangannya. Setiap daerah cakupan

yang mengimplementasikan jaringan FTTH didesain sesuai dengan permintaan dari calon pelanggan. Semakin bertambahnya permintaan dari pelanggan maka desain dan jalur infrastruktur akan berubah juga. Hal inilah yang kemudian akan menjadikan perubahan jalur dan pengulangan pembangunan infrastruktur yang mengakibatkan investasi ulang untuk proyek pada daerah tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi rute jaringan serat optis. Optimasi dilakukan dengan memperhatikan arah jalur belokan-belokan aliran data yang dilarang pada fungsi yang di gunakan ( Faizal Arya Samman 2013).

Banyak metode optimasi yang dapat digunakan sebagai solusi pencarian rute terpendek, metode yang digunakan adalah metode dengan model *travel salesman problem* (TSP). Dimana metode ini merupakan jenis metode yang berbasis kecerdasan. Salah satu jenis optimasi ini adalah Algoritma Genetika yaitu sebuah metode yang menirukan proses evolusi alam untuk optimasi rute jaringan dengan populasi yang berupa titik koordinat dan algoritma ini dikenal dalam menyelesaikan masalah kompleks. Optimasi berbasis kecerdasan mempunyai keunggulan dalam hal waktu komputasi yang lebih pendek (Brucal dan Dadios, 2017). Penelitian skripsi ini akan menerapkan metode kecerdasan Algoritma Genetika dengan jumlah populasi 15 titik koordinat yang dimodelkan dalam *Travel Salesman Problem*, sebagai optimasi jarak dari struktur jaringan serat optik *Fiber To The Home* (FTTH) dengan menggunakan program MATLAB. Model jaringan FTTH menggunakan dalam bentuk model koordinat dan selanjutnya disimulasikan untuk mengetahui jalur mana yang paling pendek.

Paper ini disusun dalam 4 bagian. Metode penelitian dibahas pada bagian 2. Bagian 3 menjelaskan penelitian hasil dan analisis. Sedangkan bagian akhir membahas kesimpulan yang diikuti oleh pustaka.

## 2. METODE

*Fiber To The Home* (FTTH) adalah penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia ke kawasan pengguna dengan menggunakan saluran serat optik sebagai media penghantaran. Penerapan serat optik pada FTTH ini merupakan media penghantar pada FTTH karena dapat menghemat biaya dan mampu mengurangi biaya operasi serta memberikan pelayanan yang lebih baik kepada pelanggan. Perencanaan dan pemilihan jaringan infrastruktur sangat berpengaruh terhadap keberhasilan sistem saat ini dan akan datang. Sehingga dibutuhkan pertimbangan dan keputusan mengenai pemilihan arsitektur jaringan dan perangkat yang tidak hanya berakibat jangka pendek namun akan mempengaruhi keberhasilan jaringan FTTH untuk jangka panjang.

*Travelling Salesman Problem* atau TSP adalah perwakilan dari kelas besar masalah dikenal sebagai masalah optimasi kombinatorial. Dalam bentuk TSP biasa, peta kota diberikan kepada *salesman* atau penjual dan harus mengunjungi semua kota hanya sekali untuk menyelesaikan rute sedemikian rupa sehingga panjang rute adalah yang terpendek di antara semua rute yang mungkin untuk peta tersebut. Data terdiri dari bobot (*weight*) yang ditetapkan ke tepi grafik lengkap dan tujuannya adalah untuk menemukan siklus Hamilton (sebuah siklus yang melalui semua simpul) dari graf sementara memiliki bobot total minimum.

Algoritma optimasi berbasis populasi adalah teknik yang ada di golongan algoritma optimasi berbasis alam. Makhluk dan sistem alam yang bekerja dan berkembang di alam merupakan salah satu sumber inspirasi yang menarik dan berharga bagi merancang dan menemukan sistem dan algoritme baru di berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

Algoritma Genetika cabang dari algoritma kecerdasan yang merupakan metoda yang biasa digunakan untuk memecahkan permasalahan suatu pencarian nilai dalam masalah optimasi. Prinsip dasar dari algoritma ini adalah proses genetik yang terjadi pada makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami dan secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam "siapa yang kuat maka akan bertahan". Dengan meniru teori evolusi ini, Algoritma Genetika banyak digunakan untuk memecahkan permasalahan optimasi, meskipun algoritma ini memiliki kemampuan yang baik untuk memecahkan permasalahan selain optimasi (Kramer, 2017).

Algoritma menggunakan analogi secara langsung dari kebiasaan yang alami yaitu seleksi alam. Algoritma ini bekerja dengan sebuah populasi yang terdiri dari individu-individu, yang

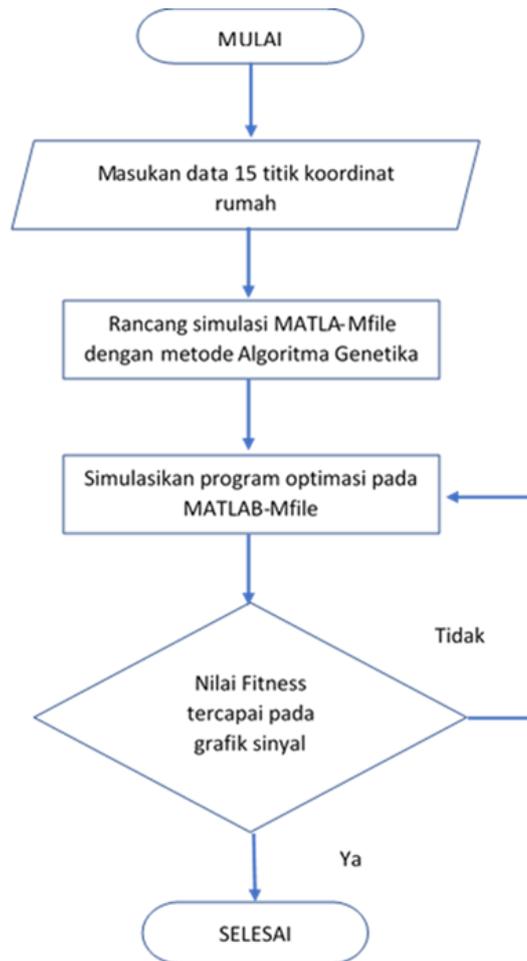
masing-masing individu di representasikan menjadi sebuah solusi yang mungkin bagi persoalan yang ada. Selanjutnya nilai individu dilambangkan sebagai sebuah nilai *fitness* yang akan digunakan untuk mencari solusi terbaik dari persoalan yang ada. Adapun tahapan proses kerja algoritma adalah:

- 1) Populasi merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi.
- 2) Individu menyatakan suatu nilai atau keadaan yang menyatakan salahsatu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
- 3) Kromosom adalah gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu.
- 4) Gen adalah sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu dalam satu kesatuan gen yang dinamakan kromosom.
- 5) *Roulette* adalah nilai dari gen.

Metode yang diaplikasikan pada penelitian skripsi ini bersifat eksperimental dan simulasi. Penelitian ini dapat memanipulasi data keluaran optimasi rute jaringan serat optis dengan menggunakan aplikasi MATLAB. Penelitian untuk simulasi optimasi jaringan serat optis dengan Algoritma Genetika akan dilakukan di laboratorium industri yang terletak di Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Alat yang digunakan pada penelitian skripsi berupa satu buah laptop Acer Aspire 5, Intel(R) Core(TM) i3-7020U CPU @ 2.30GHz 2.30 GHz, 64-bit operating system, x64-based processor, Windows 10 serta perangkat lunak MATLAB yang telah diinstal.

Penelitian skripsi dengan judul “Algoritma Genetika Untuk Optimasi Rute Jaringan Serat Optis” terdapat beberapa tahapan prosedur penelitian. Prosedur penelitian tersebut dapat dilihat dalam bentuk flowchart. Langkah awal penelitian skripsi yaitu merancang program optimasi rute jaringan serat optis Pada program MATLAB dan menerapkan metode kecedasan Algoritma Genetika untuk memperoleh rute jaringan terbaik atau optimal pada infrastruktur pemasangan serat optis. Data-data titik koordinat Fiber To The Home (FTTH) diambil dari 15 titik koordinat rumah yang terletak pada kompleks perumahan Telkom, kota Poso, Sulawesi Tengah.

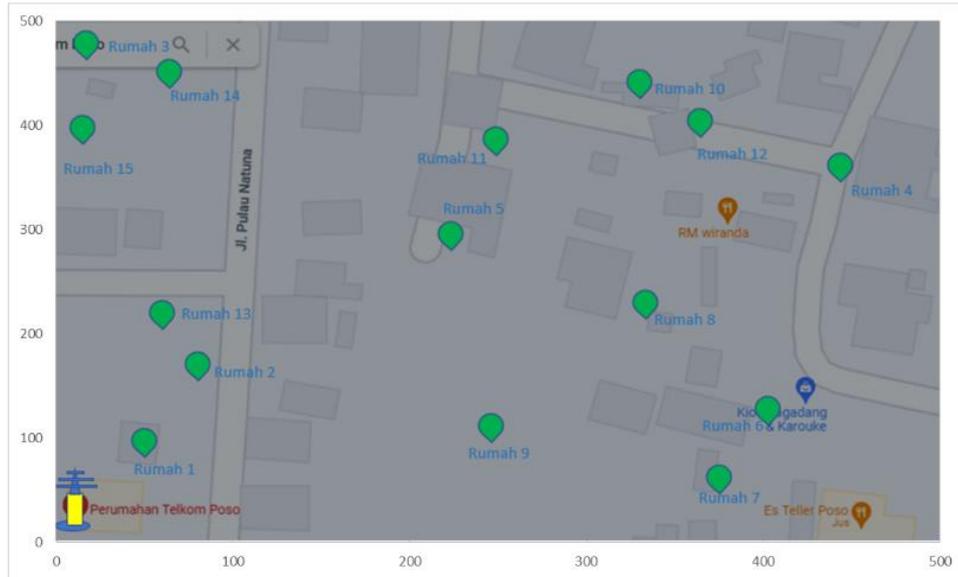
Langkah selanjutnya yaitu menjalankan simulasi optimasi yang telah di rancang pada Matlab. Simulasi yang digunakan pada rancangan adalah program dalam bentuk Mfile yang merupakan program utama. Langkah terakhir yaitu penentuan apakah hasil dari simulasi sudah dapat memenuhi nilai fitness dari algoritma Genetika sebagai acuan. Dimana nilai Fitness akan muncul pada grafik sinyal *BestFit* dan *MinFit* pada iterasi tertentu. Flowchart prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar 1, serta gambar peta perumahan Telkom kota Poso dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



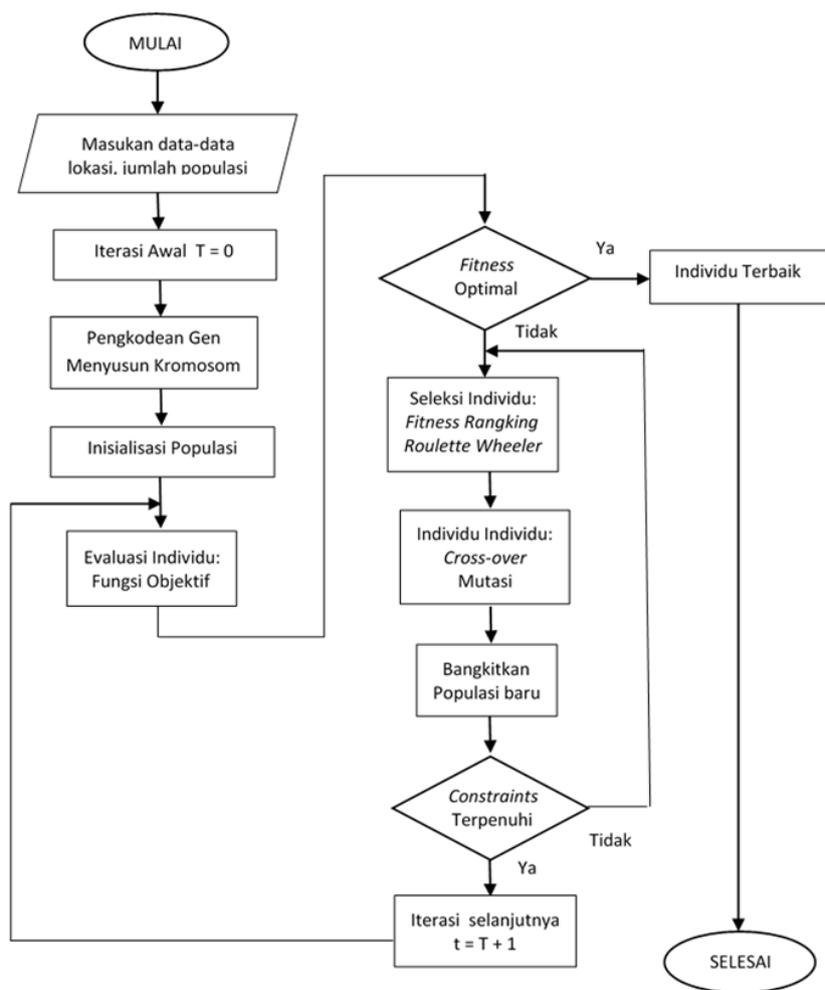
Gambar 1. Prosedur penelitian



Gambar 2. Peta Perumahan Telkom, Kota Poso

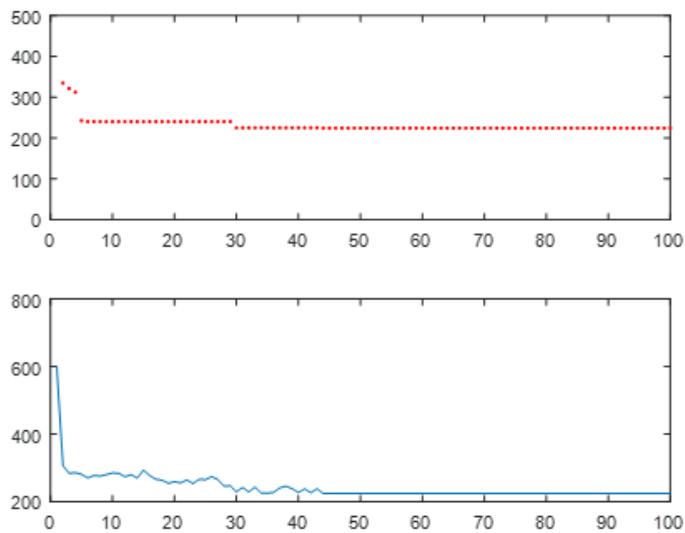


Gambar 3. Titik koordinat rumah penduduk di perumahan Telkom, Poso

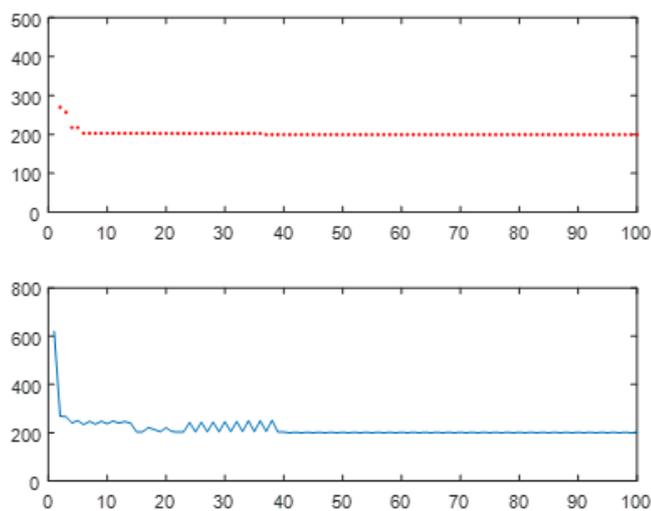


Gambar 4. Flowchart Perancangan Simulasi

Langka awal dari rancang simulasi optimasi rute jaringan serat optis yaitu memasukan data-data lokasi berupa titik koordinat rumah (mengambil contoh 15 titik koordinat pada perumahan Telkom, Kab poso, Sulawesi Tengah). Data titik koordinat berupa nilai koordinat X dan Y. Jika telah dilakukan evaluasi selanjutnya akan dievaluasi *Fitness*. Jika nilai *Fitness* belum tercapai akan dilakukan proses seleksi untuk menyeleksi individu yang baik. Setelah proses seleksi selesai paka akan dilakukan proses *Cross-Over* atau kawin silang atar dua induk untuk memperoleh individu baru. Individu baru yang dihasilkan dari *Cross-Over* inilah yang selanjutnya akan dibandingkan dengan nilai *Fitness* dan jika sudah memenuhi maka akan bermutasi dan proses selesai.



Gambar 5. Pengujian sinyal *Fitness* pada Popsized 200



Gambar 6. Pengujian Sinyal *Fitness* pada Popsized 500

Dari pengujian dapat diubah pada nilai popsize nya dari hasil yang diperoleh perubahan nilai popsize akan mempengaruhi *bestfit* dan *minfit* pada grafik *Fitness*. Pada grafik terlihat bahwa nilai popsize berpengaruh pada iterasi beberapa nilai *Fitness* akan tercapai.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian skripsi bertujuan untuk mencari rute paling terbaik pemasangan serat optis menggunakan 15 titik koordinat rumah pelanggan 2 dimensi sebagai inisialisasi rumah pelanggan dengan mengambil contoh pemasangan serat optis di perumahan Telkom, Kota Poso, Sulawesi Tengah. Penelitian berbasis simulasi menggunakan aplikasi MATLAB Mfile dan mengaplikasikan metode Algoritma Genetika untuk pemasangan serat optis pada infrastruktur. Rute pemasangan yang belum optimal pada jaringan FTTH serat optis dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Banyak rute yang memungkinkan untuk pemasangan serat optis jaringan FTTH

Setelah menjalankan program optimasi dengan Algoritma Genetika akan diperoleh hasil rute pemasangan jaringan FTTH serta jarak terpendek yang dapat dilihat pada gambar 8.

```
Command Window

best_root =

    1    13    11    6    10    8    5    12    9    7    4    2    14    3    15

min_distance =

    241.0694

fx >> |
```

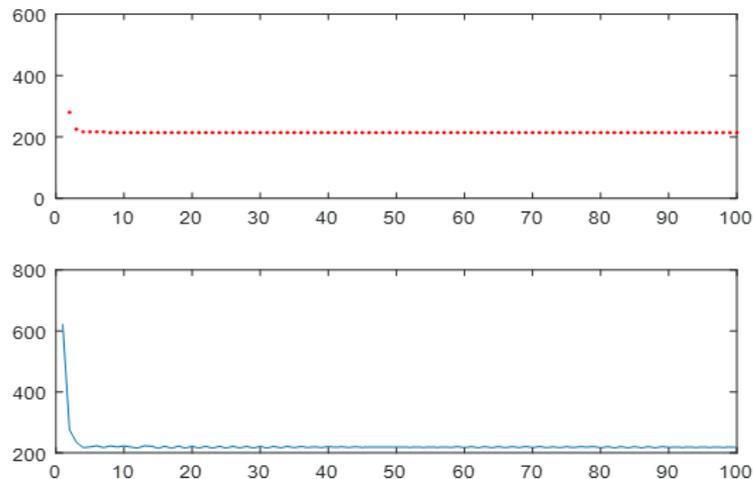
Gambar 8. Rute terbaik dan jarak terpendek akses jaringan serat optis

Gambar 5 telah menghasilkan output berupa rute terbaik dan jarak terpendek pada infrastruktur jaringan FTTH yang akan dipasang. Rute terbaik selanjutnya akan digambarkan pada grafik yang bersumbu X dan Y (dua dimensi) kemudian akan diimplementasikan pada infrastruktur Fiber To The Home (FTTH) rute akses jaringan serat optis. Grafik rute akses jaringan serat optis yang paling optimal dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 6. Gambaran rute terbaik pemasangan jaringan FTTH pada perumahan Telkom

Optimasi dikatakan berhasil ketika rute yang diperoleh sudah sesuai dengan nilai *Fitness* yang ditentukan. Sehingga ketika nilai *Fitness* yang diinginkan sudah tercapai maka program yang dijalankan telah selesai dan memperoleh output yang optimal. Berikut grafik *Fitness* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 4.4 Grafik sinyal *Fitness*

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang berjudul Algoritma Genetika Untuk Optimasi Rute Jaringan Serat Optis dengan melakukan analisis hasil dari simulasi yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

Optimasi rute jaringan serat optis pada infrastruktur *Fiber To The Home* (FTTH) berhasil dilakukan dengan metode Algoritma Genetika serta menerapkan model *Travel Salesman Problem* (TSP) dengan hasil rute terbaik; 1 13 11 6 10 8 5 12 9 7 4 2 14 3 15 dan jarak terpendek 241.0694 m.

Optimasi rute jaringan serat optis dengan Algoritma Genetika terbukti dapat memperoleh rute terbaik (optimal) dengan lebih cepat. Rentang waktu bestFitness pada skripsi ini akan muncul pada angka 200 dan minFitness muncul pada iterasi 60 pada grafik sinyal Fitness.

## 5. SARAN

Saran yang dapat diberikan dari penelitian skripsi ini adalah meningkatkan jumlah populasi yang digunakan pada optimasi rute jaringan serat optis. Semakin banyak populasi akan semakin sulit diselesaikan menggunakan metode komputasi sehingga akan lebih efektif mengaplikasikan metode Algoritma Genetika dengan nilai Fitness yang dijadikan acuan optimasi tersebut dikatakan optimal. Nilai Fitness dapat diperoleh pada grafik Fitness maupun dilihat dari iterasi kapan munculnya nilai Fitness yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anderso, J. Q., Boyles, J. L. dan Raine, L. 2012. The Future Impact of the Internet on Higher Education: Experts Expect More-efficient Collaborative Environments and New Grading Schemes. <http://www.pewinternet.org/topics/Future-of-the-internet.aspx>.

Brucal, S. G. E. dan Dadios, E. P. 2017. Comparative Analysis of Solving Traveling Salesman Problem using Artificial Intelligence Algorithms. *IEEE 9th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)*, 1-3 Desember. DOI: [10.1109/HNICEM.2017.8269423](https://doi.org/10.1109/HNICEM.2017.8269423).

Chowdhary, D. D., Jain, R. dan Jyoti Pal, A. 2016. Review Paper on Solving the Travelling Salesman Problem Using Genetic Algorithm, Ant Colony Optimization, Artificial Neural Network. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 5, Issue 6, June.

Dorigo, M. dan Stutzle, T. 2004. *Ant Colony Optimization*, Prentice Hall.

Eberhart, C. dan Kennedy, J. 1995. A New Optimizer Using Particle Swarm Theory. In Proc. *Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science*, Nagoya, Japan, 1995, pp. 39–43.

Eiben, A. E. dan Smith, J. E. 2003. *Introduction to Evolutionary Computing*. Springer-Verlag

Gutin, G., Yeo, A. dan Zverovitch, A. 2007. Exponential Neighborhoods and Domination Analysis for the TSP. In *The Traveling Salesman Problem and Its Variations*, pages 223–256. Springer.

Glover, T., Shaghghi, A. R. dan Tsang, E. 2012. Using a genetic algorithm as a decision support tool for the deployment of Fiber Optic Networks. *2012 IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 10-15 June. DOI: [10.1109/CEC.2012.6252864](https://doi.org/10.1109/CEC.2012.6252864).

Haykin, S. 1999. *Neural Networks*, Prentice-Hall, second edition.

Keller, A. A. 2017. *Mathematical Optimization Terminology: A Comprehensive Glossary of Terms*. Academic Press.

Kirkpatrick, S. Gelatt, C. D. dan Vecchi, M. P. 1983. Optimization by simulated annealing. *Science*, Vol. 220, No.4598, pp. 671-680.

Kramer, O. 2017. *Genetic Algorithm Essential*, Springer International Publishing.

- Lin, S. dan Kernighan B. 1973. An effective heuristic algorithm for the traveling-salesman problem. *Operations Research*, Vol. 21, No. 2, pp. 498-516
- Manggolo, I., Marzuki, M. I. dan Alaydrus, M. 2011. Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma Genetika. *InComTech, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, Vol. 2, No.2.
- Martin, O., Otto, S. dan Felten E. 1991. Large-Step Markov chains for the traveling salesman problem. *Complex Systems*, vol. 5, no. 3, pp. 299-326
- Okiandri, D. Pramono, S. H. dan Yudaningtyas, E. 2016. Optimasi Jaringan Serat Optik Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal teknologi Informatika dan Komputer*, Vol. 3, No. 1, Maret, Hal. 10-18.
- Padherg, M. dan Rinaldi, R. 1987. Optimization of a 532-city symmetric travelling salesman problem by branch and cut. *Operations Research Letters*, Vol. 6, No.1, pp. 1-7.
- Ramadonna, T. F. 2017. Analisis Dan Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Jaringan Akses Fiber To The Home (Studi Kasus : PT Telekomunikasi Indonesia). Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Karya Akhir tidak dipublikasikan.
- Sivanandam, S. N. dan Deepa, S. N. 2008. *Introduction to Genetic Algorithms*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Suprayogi, D. A. dan Mahmudy, W. F. 2015. Penerapan Algoritma Genetika *Traveling Salesman Problem with Time Window*: Studi Kasus Rute Antar Jemput *Laundry*. *Jurnal Buana Informatika*, Vol. 6, No. 2, Hal. 121-130.
- Teodorovic, D. dan Dell'Orco, M. 2005. Bee Colony Optimization: A Cooperative Learning Approach to Complex Transportation Problems. *Advanced OR and AI Methods in Transportation*, pp. 51-60.